Beitrag

zur

Entwicklungsgeschichte der Arterien

beim menschlichen Embryo.

Inaugural-Dissertation

der

medizinischen Fakultät der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Albrecht Aschoff.

Jena,
Gustav Fischer.
1892.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Schwalbe.**

Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Arterien beim menschlichen Embryo

von

Albrecht Aschoff.

In der entwicklungsgeschichtlichen Litteratur sind zahlreiche Beobachtungen über die Entwicklung des Blutes und seiner primitiven Bahnen niedergelegt worden. Es fehlt jedoch eine systematische Untersuchung über die zeitgemässe Folge des Auftretens der einzelnen Wandelemente, welche die fertige Gefässwand zusammensetzen. Zwar finden sich hier und da in den Werken über Gewebelehre und mikroskopische Anatomie vereinzelte Bemerkungen über die Wandungen embryonaler Gefässe. Man suchte aus der einfacheren Structur des embryonalen Gefässes sich eine klarere Vorstellung über den im einzelnen verwickelteren Bau der ausgebildeten Gefässwand zu bilden. Ueber den Entwicklungsgang in der Ausbildung von den frühesten beim Embryo bekannten Zuständen bis zu den complicirteren Einrichtungen, welche sich beim Neugeborenen finden, fehlte jedoch bislang eine einheitliche, planmässig fortschreitende Untersuchung. Die vorliegende Arbeit will an der Hand des reichen Materials, wie es das anatomische Institut der Universität zu Strassburg bot, versuchen, diese Lücke zum Theil zu ergänzen. Die angestellten Untersuchungen beschränken sich auf die Wandung der grossen Arterien und zwar der Brachialis, Femoralis, Aorta, Carotis.

Nur THOMA und MORPURGO haben bisher der Entwicklung der einzelnen Schichten der Gefässwand eingehendere Aufmerksamkeit gewidmet. In seinen Untersuchungen „Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Aortenintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufs“ giebt Thoma in der ersten Mittheilung (VIRCHOW's Archiv B. 93 Heft III 1883) einen Ueberblick über die Zustände der Arterienwandung beim Fötus und in den ersten Lebens-

jahren. Nur diejenigen Stellen seiner Untersuchungen sollen hier angeführt werden, welche mit dem Material dieser Arbeit zu vergleichen sind. Bei seinen Untersuchungen des ganzen Arteriensystems zeigt er, dass dieselbe Arterie an verschiedenen Stellen ganz verschiedenen Bau hat; vor allem lässt sich dies bei der Aorta verfolgen. THOMA hat sein Hauptaugenmerk auf die Aorta in ihrem ganzen Verlauf, Carotiden, Anonyma, Subclavia, Iliacae communes gerichtet. Der jüngste bei seinen Untersuchungen verwandte Fötus mass 23 cm. Bereits in diesem frühen Zustand konnte THOMA Intima, Media und Adventitia unterscheiden. Die Intima besteht nach seiner Darstellung aus der dünnen Endothelschicht und einer glänzenden leicht gefalteten Membran, die nur an wenigen Stellen Unterbrechungen zeige. In der Tunica media unterscheidet er eine grosse Zahl dicht gedrängter elastischer, ringförmig angeordneter Häute, zwischen denen zahlreiche Kerne nachweisbar seien, welche zwischen je zwei elastischen Membranen nur eine Schicht bilden. Auch beobachtet er bisweilen vereinzelte longitudinale und schräg gerichtete Kerne, in deren Vertheilung er jedoch keine Gesetzmässigkeit erkennen konnte. Mit dem Urtheil über die Form der Zellen hält er zurück. Die Adventitia beschreibt er als eine dicht gewebte bindegewebige Schicht, deren innerer Theil an elastischen Elementen reich sei und ohne scharfe Grenzen in die äusseren Lagen der Media überginge. In den äusseren Schichten der Adventitia seien die Vasa vasorum dichter gedrängt. Bei einem dreissigwöchentlichen Embryo fand er die Intima der Bauch-Aorta fast ausschliesslich aus dem Endothel und der ziemlich starken Elastica interna zusammengesetzt. Ausserdem beschreibt er eine feine Gewebsschicht, bestehend aus elastischen Elementen und Zellen vom Ansehen glatter Muskelfasern, die sich an einzelnen Stellen zwischen diesen beiden Lamellen einschieben. Die Elastica interna der Carotis fand er bisweilen in mehrere Blätter gespalten. Die Carotis externa und interna besteht nach seiner Schilderung einfach aus Endothel, Elastica, Ringmuskelschicht und Adventitia, während in der Media der Carotis communis sparsame elastische Membranen und Fasern zu finden seien. Auch hier spricht er bei der gespaltenen Elastica interna von glatten Muskelfasern.

MORPURGO, der die Resultate seiner Untersuchungen „Ueber die Entwicklung der Arterienwandung“ an der Carotis und Aorta des Menschen, des Schweines und des Rindes in vielleicht nicht ganz einwurfsfreier Weise zu einem gemeinsamen Bilde ergänzend zusammensetzt, kommt zu folgenden Ergebnissen. Er findet die Intima schon frühzeitig als zusammenhängende längsgestreifte Membran fertig ausgebildet. Zum Beweise seiner Ansicht hebt er ihre Widerstandsfähigkeit gegen Aetzkali hervor. Ihr Wachsthum soll nach ihm hauptsächlich in der Verdickung und Vermehrung der sie zusammensetzenden

Fasern beruhen. Jene stellenweise vorkommenden Verdünnungen, die bei der embryonalen Arterie kaum angedeutet sind, sind beim Neugeborenen zu tiefgreifenden Spalten geworden. Die Media soll sich von innen nach aussen entwickeln. Sie sei zuerst bindegewebig angelegt. Er schildert das erste Auftreten der Muskelzellen und beschreibt dann ein die Media durchsetzendes Fachwerk von elastischen Elementen, welche in späteren Stadien als Lamellen Zellenschichten scheiden. An den Zupfpräparaten aus früheren Stadien sah er die Fläche der Lamellen durch Leisten und Rippen überall uneben. Die Faserzeichnung sei eine nur undeutliche, und von unabhängigen Fasernetzen, die auf ihr gelagert wären, sei noch nichts zu bemerken. Zwischen diesen Lamellen entwickelten sich später viele elastische Fasernetze. Die Schichten von Muskelfasern sollen durch die Entwicklung von Fasernetzen mehr auseinander treten; sie halten mit dem Wachsthum der grösseren Arterien nicht gleichen Schritt, so dass in der embryonalen Aorta die muskulösen Elemente relativ reichlicher vorhanden sind als in der Aorta Erwachsener.

Die Untersuchungen, welche der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegen, wurden an einer Reihe menschlicher Embryonen angestellt, deren jüngstes Stadium — Nr. 1 — eine Länge von 4,3 cm hatte; die übrigen massen[1]) in aufsteigender Folge: Nr. 2 : 5,6 cm; Nr. 3 : 6,4 cm; Nr. 4 : 7,1 cm; Nr. 5 : 16,7 cm; Nr. 6 : 18,5 cm; Nr. 7 : 28,0 cm; Nr. 8 : 28,6 cm; Nr. 9 : 34,5 cm; Nr. 10 : 41,0 cm; Nr. 11 : 46,0 cm; Nr. 12 : 48,0 cm; bis zum Neugeborenen Nr. 13. Daran schlossen sich einige Untersuchungen über den Bau der Arterien in den ersten Lebensjahren. Es war nicht möglich, das Alter der Embryonen ganz genau festzustellen. Es fanden sich einige Angaben über Gewicht etc. der Embryonen in frischem Zustande vor, so dass hieraus und aus der Länge das Alter annähernd zu bestimmen gesucht wurde. Um das gegenseitige Verhältniss der einzelnen Theile der Wandungen genauer beurtheilen zu können, wurden Messungen angestellt. Von einer Messung des Lumens wurde Abstand genommen, da sich derselben zu viel Schwierigkeiten in den Weg stellten. Von Injiciren der Gefässe oder von Aufschlitzen derselben und darauf folgender Messung des inneren Umfangs kann ja hier, bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Gefässe, nicht die Rede sein. Aehnlich verhält es sich mit dem Messen der Wandung. Selbst bei grosser Vorsicht ist es nicht zu vermeiden, dass der Schnitt nicht ganz senk-

[1]) Die Messungen der in MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirten und dann in 95%igem Alkohol aufbewahrten Embryonen wurden in der Weise vorgenommen, dass ein dem Körper dicht anliegender Faden in der Medianlinie des Rückens vom Scheitel bis zum Steiss, von hier an der Hinterseite des Oberschenkels bis zur Mitte der Kniekehle und dann am Unterschenkel entlang bis zur Ferse geführt wurde. Die gefundene Fadenlänge wurde mit dem Centimetermaass gemessen.

recht auf die Achse des Gefässes kommt. So ist denn die Dicke der Intima im mikroskopischen Bilde z. B. vielen Zufälligkeiten ausgesetzt. Ebenso ist die Messung der Adventitia mit vielen Schwierigkeiten verbunden, da dieselbe, zumal in jüngeren Stadien, kaum gegen das umgebende Gewebe abgegrenzt und somit eine sichere Grenze für die Messung nicht immer leicht zu finden ist. Am besten lassen sich dieselben noch an der Media ausführen. Um möglichst ein Zerreissen, eine Lostrennung, eine Quetschung etc. zu vermeiden, wurden die Gefässe nicht herauspräparirt, sondern bei den jüngsten Stadien der ganze Embryo, bei den älteren die betreffenden Regionen in ihrer Gesammtheit, z. B. der ganze Oberarm, der ganze Oberschenkel, und bei den grössten Embryonen Theile des Oberarms etc. in Schnittserien zerlegt. Diese Methode bot zugleich den Vortheil, dass die einzelnen Gefässe nach der Topographie genau bestimmt werden konnten. Die anfänglich gehegte Besorgniss, etwa Vene und Arterie bei jüngeren Embryonen verwechseln zu können, stellte sich als unbegründet heraus. Abgesehen von dem Unterschied in der topographischen Lage ist schon in dem jüngsten Stadium der hier zur Untersuchung gekommenen Embryonen der Unterschied beider Gefässarten so gross, dass man fast auf den ersten Blick beide unterscheiden kann.

Schon oben wurde die Auswahl der untersuchten Gefässe angegeben.

Die Brachialis wurde in dem proximalen Drittel ihres Verlaufes,

die Femoralis direct unter dem POUPART'schen Band,

die Aorta in ihrem Abdominaltheile,

die Carotis communis schliesslich in ihrer Mitte

untersucht.

Brachialis und Femoralis wurden stets von den linken Extremitäten genommen, doch zum Vergleich und zur Aushülfe auch die von der rechten Seite herangezogen. Die Schnitte hatten eine Dicke von $^1/_{66}$ mm. Gemessen wurde bei den Theilen der Wandung die engste und breiteste Stelle und zwar in verschiedenen Schnitten. Hieraus wurde dann das Mittel genommen.

Das Material war folgendermaassen behandelt. Die Embryonen waren in MÜLLER'scher Flüssigkeit conservirt und später in 95 % igem Alkohol aufbewahrt worden. Jetzt wurden die einzelnen Stücke mit Alaunkarmin gefärbt, in Alkohol nachgehärtet und in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden in Kanadabalsam eingeschlossen. Gleichzeitig wurden auch Schnitte zur Untersuchung der elastischen Fasern nach der neuen Methode von MANCHOT gefärbt: Die Schnitte werden zunächst für eine halbe Stunde in eine concentrirte wässerige Fuchsin-

[1]) VIRCHOW's Archiv Bd. 121. 1890.

lösung gebracht. Dann wird der überschüssige Farbstoff mit Wasser abgespült. Inzwischen wurde in einer Schale zu 10 ccm einer wässerigen Zuckerlösung von der Consistenz und dem Flüssigkeitsgrade des Glycerins 3—4 Tropfen Schwefelsäure zugesetzt und gut verrührt. In diese wurden nun die Schnitte übertragen. Die Schnitte nahmen in derselben zunächst einen mehr gelbrothen, feuerrothen Ton an. Man kann deutlich verfolgen, wie die Intima und die Adventitia, zumal wenn sie stark verdickt sind, sich immer mehr entfärben, blässer werden, während die Media deutlicher hervortritt. Der gelbrothe Ton derselben wird immer dunkler und schlägt schliesslich in einen deutlich rothvioletten bis violetten Farbenton um. Untersucht man jetzt die Schnitte mikroskopisch, so sind Intima und Adventitia farblos, die Media hat in ihren Muskelfasern noch einen matten, violetten Ton zurückbehalten; die elastischen Fasern sind intensiv dunkelroth oder rothviolett.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass diese Methode wirklich vorzügliche Bilder der elastischen Elemente giebt, indem ich zuerst Schnitte der Femoralis und Aorta von Kindern und Erwachsenen anfertigte und auf diese Weise färbte, wandte ich sie auch auf embryonales Gewebe an. Leider wurden hier nicht immer so glänzende Resultate wie beim Erwachsenen erzielt, doch treten die elastischen Fasern bedeutend deutlicher hervor als bei der einfachen Färbung mit Alaunkarmin. An der embryonalen Aorta, wo die elastischen Elemente schon stärker ausgebildet sind, als in den kleinen Gefässen, wurde auch die intensiv dunkelrothe Färbung der elastischen Fasern und Membranen erzielt, während zugleich das übrige Gewebe erblasste. Bei der Femoralis und Brachialis traten sie dagegen in dem abgeblassten Gewebe immer nur als violette Linien auf. Doch genügte es, an vielen Stellen den Beweis der Existenz von elastischen Elementen zu liefern, wo man sie vorher kaum annehmen konnte.

Ueber die ersten Anlagen der Gefässe, die Entwicklung der Wandungen in der ersten Lebenszeit geben die Werke von KÖLLIKER und HERTWIG[1]) u. a. Aufschluss. Nach ihrer Ansicht ordnen sich die Zellhaufen des Mesenchymkeimes zu cylindrischen oder unregelmässig begrenzten Strängen an, die sich unter einander zu einem engmaschigen Netzwerk verbinden. In den Lücken des Netzes finden sich Gruppen von Keimzellen, welche später zu embryonalem Bindegewebe werden und die Substanzinseln der Autoren darstellen. Die Gefässwand entwickelt sich aus den oberflächlichsten Zellen der Stränge und ist in

---

[1]) O. HERTWIG: Lehrbuch der Entwicklung des Menschen und der Wirbelthiere. II. Auflage 1888.

A. v. KÖLLIKER: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Auflage.

den ersten Tagen der Bebrütung aus einer einzigen Schicht ganz abgeplatteter polygonaler Elemente zusammengesetzt (Endothelröhren).

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung, die weitere Entwicklung dieser Hohlräume zu verfolgen und den Aufbau aus dem einfachen Endothelrohr bis zur zusammengesetzten Wandung beim Neugeborenen in seinen einzelnen Stadien festzustellen.

Das Hauptaugenmerk bei diesen Untersuchungen wurde auf folgende Punkte gerichtet:

1. Wann und wo entstehen die einzelnen Gewebselemente der Gefässwandung?

2. Wann lassen sich die einzelnen Schichten scharf trennen?

3. Wie gestaltet sich der Aufbau und das Wachsthum der letzteren?

Brachialis.

Bei dem jüngsten der untersuchten Embryonen, Nr. 1, der 4,3 cm lang war, zeigte sich bei der Brachialis folgender Befund: An der Stelle, wo nach genauer topographischer Bestimmung die Brachialis zu erwarten ist, findet sich in dem sehr kernreichen embryonalen Gewebe der rundliche Querschnitt einer Blutsäule, die an den rothen, meist noch kernhaltigen, und den farblosen Blutkörperchen erkannt wird. Die innerste Lage der Kerne des embryonalen Gewebes unterscheidet sich in nichts von denen der weiteren Umgebung. Doch müssen sie nach ihrer Lage wohl als Endothelkerne bezeichnet werden. Wir haben es also hier noch mit einem Gefässe einfachster Art, einem „Endothelrohre“ zu thun.

In dem folgenden Stadium, Nr. 2., das einem Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) [Tafel I. 1] entnommen wurde, ist das Lumen, welches nicht mit Blut angefüllt ist, umgeben von einer Reihe regelmässig angeordneter Kerne, die wohl als quergeschnittene Endothelkerne zu betrachten sind. Der helle Streifen, welcher diese Schicht von der Umgebung trennt, scheint nicht aus elastischem Gewebe zu bestehen; dagegen spricht der geringe Glanz und das Nichthervortreten bei der Färbung mit Fuchsin. Ueber die Natur dieser glashellen Membran lässt sich nichts Bestimmtes aussagen. Hierauf folgen etwa zwei Reihen von Kernen in einer homogenen durchsichtigen Grundsubstanz; sie gleichen denen der spindelförmigen Zellen der Umgebung. Ihre Form ist unregelmässig, bald rund, bald oval, oft zackig. Sie sind nicht in regelmässigen Reihen angeordnet und unterscheiden sich von dem umgebenden Gewebe nur durch ihre gedrängte Anordnung. Eine bestimmte Form von Zellen ist nicht zu erkennen. Von elastischen

Fasern ist keine Spur vorhanden. Umgeben wird diese Doppelreihe von Kernen von spindelförmigen Zellen, die, regellos liegend, ohne Grenze in das übrige Gewebe übergehen. Es lassen sich also hier zwei Schichten deutlich unterscheiden, eine Innenschicht, die oben als Endothel gedeutet wurde und wohl als Anlage der späteren Intima angesehen werden kann, und eine Aussenschicht, in der die Anlage der Media vermuthet werden kann. Für die Anlage der Adventitia sind in diesem Stadium noch keine bestimmten Anhaltspunkte gegeben.

Die Brachialis eines Embryo (Nr. 3) von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) zeigt ein ähnliches Bild wie beim vorigen Stadium, nur scheint die Trennung in einzelne Schichten noch weniger ausgeprägt. Das Lumen ist fast ganz ausgefüllt von rothen und weissen Blutkörperchen. Um das kreisrunde Lumen stehen die rundlichen Kerne etwas dichter geschlossen. In der innersten Schicht, der Endothelschicht, liegen die Kerne regelmässiger aufgereiht. Die glashelle Membran, welche bei dem vorigen Stadium gefunden wurde, fehlt hier. Auch hier giebt es keine scharfe Grenze gegen das umgebende Gewebe, und wie bei dem zweiten Stadium ist es noch nicht möglich, die einzelnen Schichten scharf zu trennen. Die dichtere Anordnung der Kerne weist allein auf eine Differenzirung der mittleren Schicht hin. Auf dem Längsschnitt stellt sich heraus, dass die rundlichen Kerne, welche auf dem Querschnitt in der Endothelschicht beobachtet wurden, Querschnitte waren von longitudinal gestellten, langgestreckten Kernen, welche in ununterbrochener Folge aneinandergereiht sind. Nach aussen liegen dicht gedrängt etwa zwei Reihen rundlicher Kerne, dieselben sind gegen das aussenliegende Gewebe nicht scharf abgegrenzt.

Bei dem folgenden Stadium der Brachialis (Nr. 4) eines Embryo von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm) [Tafel I. 2—3] unterscheidet sich das Bild des Querschnittes von dem zweiten und dritten nur dadurch, dass neben dem deutlichen Endothel auch die darauf folgende Schicht regelmässiger angeordnet ist. In dem umgebenden embryonalen Bindegewebe ist eine Anzahl von Kernen concentrisch gestellt. Man kann hier vielleicht die beginnende Differenzirung der Adventitia annehmen. Die Kerne der mittleren Schicht zeigen auf dem Querschnitt noch keine Verschiedenheit von denen der Umgebung. Auf dem Längsschnitt erkennt man die langgestreckten Kerne des Endothels und daneben etwa zwei Reihen Kerne, die fester aneinandergereiht sind, als diejenigen der Umgebung. In der hellen homogenen Grundsubstanz werden feine Streifungen sichtbar, die wohl als bindegewebige Fasern aufzufassen sind.

Bei einem Embryo (Nr. 5) von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) [Tafel I. 4—5] ist das Bild schon wesentlich

verändert. Alle drei Schichten sind mit grosser Deutlichkeit zu unterscheiden, und in ihnen lassen sich bereits die einzelnen Elemente: fibrilläres Bindegewebe, Muskelfasern, elastisches Gewebe nachweisen. Die Endothelschicht zeigt keine Abweichung von den früheren Stadien. Ausserhalb des Endothels erscheint jetzt eine vielfach gefaltete, hell glänzende, scharf abgegrenzte Linie, welche das ganze Lumen umzieht. Die mittlere Schicht ist weiter abgerückt von dem Endothel als in dem früheren Stadium, und ihre Zwischensubstanz ist vermehrt. Die Kerne sind in zwei Reihen fast ganz regelmässig circulär angeordnet. Die Grundsubstanz, in der sie liegen, ist zwar homogen, aber nicht mehr so hell wie in dem zweiten bis vierten Stadium. Ob diese Kerne zu Muskelzellen gehören, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, doch weist ihre Form und Anordnung darauf hin. An der Grenze der Media gegen die Adventitia ist eine leicht gekräuselte, im ganzen Umfang des Gefässes geschlossene, glänzende elastische Schicht zu bemerken, welche eine scharfe Grenze gegen die Adventitia hin bildet. Sie ist nicht so stark wie die Elastica interna, aber doch deutlich zu erkennen. Möge diese immer wiederkehrende Membran als Elastica externa bezeichnet werden. Zugleich sieht man auch an verschiedenen Stellen zwischen beiden Kernreihen leicht gewellte, glänzende elastische Linien auftreten, doch lassen diese sich bei der Färbung mit Alaunkarmin nicht im ganzen Umfange als zusammenhängend verfolgen. Anders erscheinen sie bei der Färbung mit Fuchsin. Scharf hebt sich in dunkelvioletter Farbe die Elastica interna ab; weniger scharf, weil schwächer, aber doch deutlich die Elastica externa und die zwischen den Muskelelementen erschienenen elastischen Elemente. Diese erscheinen zerstreut an verschiedenen Stellen fast im ganzen Umfange und sind ab und zu durch kleine quere Brücken mit der Elastica externa verbunden. Die Kerne der Media zeigen bei starker Abblendung und wechselnder Einstellung einen Saum von mattrother Farbe, der wohl als Zellleib aufzufassen ist.

Die Adventitia lässt zwei Schichten unterscheiden. In der inneren stehen die Kerne unregelmässig, zeigen verschiedene Formen: rund, oval, bisweilen auch länglich. Die Kerne der äusseren Schicht sind grösstentheils von länglicher Gestalt, sie liegen in einer fein circulär gestreiften Grundsubstanz. Es scheint die innere eine Längsfaserschicht zu sein, die auf dem Querschnitt getroffen ist, während die Elemente der äusseren Schicht in circulärer Richtung verlaufen. Auch bei der Färbung mit Fuchsin tritt der Gegensatz der äusseren gleichmässig circulär gestreiften Schicht zu dem unregelmässigen Netzwerk der inneren hervor. Die Kerne stehen in der Adventitia dichter als in früheren Stadien.

Auf dem Längsschnitt tritt die Sonderung der einzelnen Schichten noch schärfer hervor. Die langgestreckten Kerne des Endothels heben

sich deutlich von dem glänzenden Streifen der Elastica interna ab. In einer hellen Grundsubstanz liegen dann zwei Reihen von Kernen in regelmässiger Anordnung, die, von kleiner Gestalt, bald eine runde bald eine eckige Form zeigen. Sie sind als die Querschnitte der Media-Kerne anzusehen. Hier lässt sich ebenfalls der helle Saum des Zellleibes um den Kern herum erkennen.

Die Kerne der Adventitia sind in der inneren Schicht längsgestellt, so dass mit Sicherheit dieser Theil der Adventitia als eine longitudinal-faserige Schicht anzusehen ist. Nach aussen wird das Gewebe lockerer und geht ohne Grenzen in das umliegende Bindegewebe über. Die Elastica externa und auch die übrigen elastischen Fasern lassen sich auf dem Längsschnitt nur theilweise verfolgen.

Die schärfere Trennung (Nr. 6) der Media von der Adventitia ist der wesentliche Fortschritt, der bei dem folgenden Stadium (Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 18,5 cm, Scheitel bis Steiss 10,0 cm) beobachtet wird. Die Media erscheint dunkler, einmal, weil ihre Kerne dichter gedrängt stehen, ferner weil die Zellkörper theilweise einen stärkeren Farbenton angenommen haben als diejenigen der Adventitia. Dies Zusammenrücken der Kerne ist wohl auf eine Streckung der Muskelfasern zurückzuführen. An Präparaten, bei denen sich zufällig die Adventitia von der Media losgelöst hatte, fiel auf, dass die Elastica externa stets im Zusammenhange mit der Media geblieben war. Dieser Umstand ist vielleicht ein Hinweis darauf, dass die Elastica externa als ein Bestandtheil der Media aufzufassen ist. Bei der Färbung mit Alaunkarmin lassen sich zwischen den einzelnen Schichten der Media keine elastischen Fasern entdecken. Erst bei der Färbung mit Fuchsin erkennt man auch hier einzelne zerstreute elastische Züge, während die Elastica interna und externa mit derselben Schärfe wie bei dem vorigen Stadium hervortreten. Bei der Adventitia treten uns die beiden Schichten in ungefähr gleicher Stärke entgegen. Bei der Färbung mit Alaunkarmin erscheint die äussere dunkler, was wohl auf die dichtere Anordnung ihrer Kerne zurückzuführen ist. Dieselben haben auf dem Querschnitt eine längliche Form. Die Grundsubstanz ist wellig gestreift, und zwar treten jetzt deutlich Bündel von Bindegewebsfibrillen zwischen den Bindegewebszellen hervor. Die innere Schicht zeigt die Querschnitte von Bindegewebsbündeln, welche durch ein Maschenwerk feiner Fasern verbunden sind. Demgemäss erscheint dieselbe auf dem Längsschnitt längsgestreift, mit längsgestellten Kernen. In der äusseren Schicht erkennt man die Querschnitte der circulären Bindegewebsbündel und zwischen denselben auch longitudinal verlaufende Fasern.

Bei diesem Stadium ist somit die scharfe Trennung in einzelne Schichten beendet. Das fortschreitende Wachsthum besteht in einem Grösserwerden der Theile und in einem Hinzutreten von neuen Ein-

richtungen, welche die Wandung zu einer complicirteren machen. Das Wachsthum der einzelnen Theile ist jedoch kein gleichmässiges.

Die Media, welche vorher nur zwei Reihen von Kernen enthielt, wird bei einem Embryo (Nr. 7) von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) [Tafel I. 6] aus fünf Kernreihen zusammengesetzt. Die elastischen Fasern innerhalb der Media liegen zahlreicher nach aussen. In der ebenfalls grösser gewordenen Adventitia ist die äussere Schicht bedeutend stärker als die innere. In der ersteren treten an einzelnen Stellen nahe der äusseren Grenze kreisrunde oder längliche Spalträume auf, die von einigen Kernen, der Endothelschicht, umgeben und dicht mit Blut gefüllt sind. Dieselben stellen ohne Zweifel die Vasa vasorum in ihrem ersten Auftreten dar.

Bei der Brachialis eines Embryo (Nr. 8) von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) [Tafel I. 7—8], welche an Stärke etwa derjenigen des vorigen Stadiums gleicht, ist die Media dunkler, weil die Zellkörper selbst einen leichten Farbenton erhalten haben. Die innersten Muskelkerne schmiegen sich vielfach den Falten und Biegungen der Intima an. Die elastischen Elemente treten schärfer als bisher hervor. Schon bei der Alaunkarminfärbung, mehr noch bei der Färbung mit Fuchsin kann man zwei, fast den ganzen Umfang einnehmende, wellige elastische Ringe beobachten, die unter sich und mit der Elastica externa anastomosiren. Ausserdem finden sich nach innen zu noch kleinere elastische Elemente, die sich an manchen Stellen auch in die Falten der Intima und in die folgenden Muskellagen hinein erstrecken. Die Elastica externa tritt sowohl auf dem Querschnitt, wie auf dem Längsschnitt als ein glänzender Streifen ohne Unterbrechung auf. Sie stellt also eine ununterbrochene elastische Schicht dar. In der inneren Schicht der Adventitia treten bei der Färbung mit Fuchsin zahlreiche leuchtend violette Punkte auf, die man als Querschnitte von longitudinal verlaufenden elastischen Fasern auffassen möchte. Diese Schicht ist jetzt auch auf dem Längsschnitt fester und dichter als in den früheren Stadien mit deutlich ausgeprägter Längsfaserung. Die äussere Schicht zeigt ebenfalls longitudinale Fasern, jedoch nicht so fest geschlossen wie in der inneren. Jedenfalls finden sich in der äusseren also circuläre und longitudinale Elemente. Auch Vasa vasorum treten in der äusseren Schicht vereinzelt auf.

Die Elastica interna (Nr. 9) wird bei der Brachialis eines Embryo von 34,5 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 23,5 cm) bedeutend breiter. In der Media stehen die Kerne nach der Intima zu dichter gereiht; sie haben eine noch gestrecktere Form angenommen. In der inneren Adventitia-Schicht treten noch deutlicher die vorhin erwähnten leuchtend violetten Punkte hervor. Sie enthält weniger Kerne als die äussere Schicht. Der Längsschnitt zeigt nun bei der Färbung mit Fuchsin, dass es sich in der inneren Schicht der Adventitia wirklich

um elastische Längsfasern handelt [Tafel I. 9—10], die der Elastica externa dicht anliegen, ein Nachweis, der in den vorigen Stadien noch nicht mit Sicherheit erbracht werden konnte.

Bei der Brachialis eines Embryo (Nr. 10) von der Gesammtlänge von 41,0 cm. (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) ist das einzig Bemerkenswerthe die Dickenzunahme der Elastica interna. In der Adventitia ist die innere Schicht bedeutend schwächer als die äussere und enthält wenig Kerne. Sie zeigt bei Alaunkarminfärbung einen hellen Glanz, bei Fuchsin einen röthlichen Ton, der nach aussen abklingt. Zugleich nimmt in der äusseren Schicht das fibrilläre Bindegewebe an Masse zu. Der Längsschnitt lässt in der inneren Schicht der Adventitia die kurzen elastischen Fasern scharf hervortreten.

Allmählich haben die Kerne der Media (Nr. 11) ihre Gestalt verändert. Bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) überragen sie schon bedeutend an Länge diejenige des umgebenden Bindegewebes; ihre Grundsubstanz ist dunkler geworden. In diesem Stadium besteht die innere Schicht der Adventitia, welche sich fest geschlossen an die Elastica externa eng anschliesst, auf dem Querschnitt fast nur noch aus dicht nebeneinander stehenden glänzenden Punkten, welche sich durch intensive Färbung mit Fuchsin und hellen Glanz als elastische Elemente erweisen. Nach aussen werden diese glänzenden Punkte seltener; sie verlieren sich in fibrillärem Bindegewebe, das schliesslich in die äussere Schicht der Adventitia übergeht. Dem entsprechend erscheinen auf dem Längsschnitt die elastischen Elemente der Adventitia als lange, durch feine Fäden verbundene Streifen.

Die Veränderung der Media-Kerne (Nr. 12) tritt noch mehr an der Brachialis eines Embryo von 48,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 27,0 cm) hervor. Hier sind sie lang und schmal und relativ geringer an Zahl als bisher. Im Gegensatz zu früher hat sich hier die elastische Substanz ganz bedeutend vermehrt. Schon bei der Färbung mit Alaunkarmin treten sie als breite, glänzende, in Falten gelegte Linien hervor, die zwischen den einzelnen Muskelkernreihen gelagert sind. Nach aussen zu liegen die stärkeren Ringe, an der Intima feine kurze Fäserchen. Die Länge der einzelnen Fasern ist sehr verschieden. Dieselben erscheinen jetzt auch auf dem Längsschnitt als violette Streifen, woraus geschlossen werden kann, dass es sich in diesem Falle nicht um isolirte Fasern, sondern um durchgehende elastische Lamellen handelt, oder dass neben circulären elastischen Elementen auch longitudinale in der Media vorkommen.

Die Brachialis (Nr. 13) des Neugeborenen [Tafel I. 11—12; Tafel II. 13—14] lässt keine weiteren Veränderungen erkennen. Die Media enthält zahlreiche elastische Streifen, von denen besonders zwei scharf hervortreten und fast ununterbrochen das ganze Lumen um-

ziehen. Die Kerne sind an der Grenze zur Intima und Adventitia hier am zahlreichsten, während sie zwischen den elastischen Streifen lockerer stehen. Die elastischen Elemente sind nach aussen hin geringer an Zahl, aber bedeutend stärker als die zarten nahe der Intima gelegenen. Die Elastica externa tritt hier nicht so scharf hervor, wie sonst; trotzdem sind Media und Adventitia scharf von einander geschieden.

Zum Schluss (Nr. 14) mögen noch die Untersuchungen der Brachialis eines 17monatlichen, eines zwei-, drei- und vierjährigen Kindes in kurzer Zusammenfassung folgen. [Tafel II. 15—18, Brachialis eines dreijährigen Kindes.] Die Intima hat an Dicke gewonnen; die Elastica interna bildet eine durchlöcherte Membran, während sie beim Embryo ein festes Ganzes darstellte. Innerhalb der Elastica interna zeigt sich in den ersten Jahren an einzelnen Stellen ein heller Saum, der besonders bei der Färbung mit Fuchsin hervortritt. Man kann hier wohl an eine zarte bindegewebige Schicht denken. In der Media gewinnen die Muskelelemente die Oberhand gegenüber der elastischen Substanz. Die Kerne haben eine langgestreckte Gestalt und sind an der Elastica externa am dichtesten angehäuft. Die elastischen Streifen sind so vertheilt wie beim Embryo, d. h. die meisten liegen nach der Intima zu, jedoch sind die äussersten immer die stärksten. Zwischen der Elastica externa und der ersten starken elastischen Schicht der Media ist stets eine ziemlich breite Lage vorhanden, die nur von Muskelkernen ausgefüllt wird und nur selten einige wenige elastische Fäserchen enthält. In der Adventitia werden die elastischen Elemente immer stärker, so dass sie bei weitem die der Media übertreffen. Jedoch ist dies nur an der Grenze zur Media der Fall, nach aussen behält die Adventitia den Charakter des lockeren Bindegewebes.

Vorliegende Untersuchungen ergeben also kurz zusammengefasst folgenden Entwicklungsgang der Brachialis:

Bis zum dritten Monat ist die Wand der Brachialis ein einfaches Endothelrohr. Am Ende des dritten Monats tritt eine dicht concentrische Schichtung des umgebenden Gewebes um das Endothelrohr auf, so dass mit einem gewissen Recht bereits eine Innenschicht und eine Aussenschicht unterschieden werden kann. Während aus der Innenschicht nur die Intima entsteht, gehen aus der Aussenschicht Media und Adventitia hervor, so dass im vierten Monat drei Schichten deutlich zu trennen sind. In ihnen entwickeln sich zu gleicher Zeit auch die verschiedenen Elemente, welche die Gefässwandung zusammensetzen: Muskelfasern, elastisches Gewebe und fibrilläres Bindegewebe. Die einzelnen Elemente, wie die gesammten Schichten entwickeln sich mit steigendem Alter gleichmässig weiter.

Die Intima wächst, indem die Stärke der Elastica interna zu-

nimmt. Erst beim Neugeborenen zeigen sich Oeffnungen in der Elastica interna.

Die Media zeigt sofort im vierten Monat zellige Elemente, die ich als embryonale Muskelzellen ansehen möchte. Zugleich tritt die Elastica externa als Grenze gegen die Adventitia und im Innern einzelne zerstreute elastische Elemente auf. MORPURGO sagt in seiner Schrift, dass die Media erst bindegewebig angelegt sei; diese Annahme findet in der vorliegenden Untersuchung keine Stütze. Dagegen scheint es — wie auch MORPURGO schon annahm — nach der Anhäufung der Kerne an der Intima und der äusseren Lage der starken elastischen Fasern, während dieselben nach der Intima zu immer feiner werden, dass die Media sich von innen nach aussen entwickelt; doch lässt sich darüber nichts Bestimmtes aussagen, da bei der Art der Conservirung des benutzten Materials eine Untersuchung auf Kerntheilung nicht zu machen war. Von der Geburt an scheint jedoch möglicherweise die äusserste Kernschicht in Wucherung überzugehen, denn man findet später eine Anhäufung von Kernen an der Elastica externa, die bis zur ersten elastischen Schicht der Media reicht, was bis dahin nicht der Fall war. Bis zur Geburt hält die Entwicklung der elastischen Fasern mit der der Muskelfasern ungefähr gleichen Schritt; dann treten die elastischen Fasern an Stärke zurück.

In der Adventitia lassen sich vom vierten Monat an zwei Schichten unterscheiden, von denen die innere longitudinal, die äussere anfangs überwiegend circulär faserig erscheint, später aber keine bestimmte Richtung innehält. Beide Schichten bestehen zunächst aus embryonalem feinfaserigen Bindegewebe. Anfangs hält ihre Entwicklung gleichen Schritt. Zuerst sind beide gleich stark, bald übertrifft jedoch die äussere die innere an Stärke. Im sechsten Monat treten in der inneren Schicht die ersten elastischen Elemente auf, und zwar dicht an der Elastica externa. Von hier schreitet die Vermehrung der elastischen Fasern nach aussen fort, so dass wir im ersten Lebensjahre schon eine mächtige elastische Schicht an dieser Stelle vorfinden. Das elastische Element tritt also, abgesehen von der Elastica interna, zuerst in der Media auf. In der Adventitia erscheint es erst später als longitudinale Fasern, eilt dann aber hier in seinem Wachsthum voran und erreicht in den ersten Lebensjahren eine grössere Mächtigkeit als die elastischen Elemente der Media.

Im sechsten Monat werden zum ersten Mal Vasa vasorum in der äussersten Schicht der Adventitia beobachtet, während sie in der inneren Schicht nicht gesehen wurden.

Die Muskelkerne werden allmählich grösser und nehmen statt der kurz ovalen Form eine langgestreckte Spindelform an.

Femoralis.

In der gleichen Reihenfolge wie die Brachialis wurden auch die verschiedenen Stadien der Femoralis untersucht. Es ergab sich eine so weitgehende Aehnlichkeit des Entwicklungsganges, dass, um vielfache Wiederholungen zu vermeiden, die Hervorhebung der abweichenden Punkte genügen mag.

Bei der Differenzirung aus dem einfachen Endothelrohr, wie sie noch das jüngste Stadium (Gesammtlänge 4,3 cm) darbietet, tritt darin ein Unterschied beider Arterien auf, dass von den beiden Schichten die äussere hier bedeutend stärker ist als bei der Brachialis. Diese Schicht besteht aus 5—6 Reihen Kerne, deren Abgrenzung von der Umgebung am deutlichsten auf dem Längsschnitt hervortritt. Auf letzterem zeigen die Kerne grösstentheils eine runde Form, während sie auf dem Querschnitt unregelmässig gestaltet sind. Sie stehen innen etwas dichter als aussen, ohne sich sonst wesentlich zu unterscheiden. Die Breite dieser Schicht, verglichen mit der der Media in Stadien, wo letztere als solche schon scharf differenzirt ist, scheint darauf hinzuweisen, dass aus ihr sowohl die Media als auch die Adventitia hervorgeht.

Für die frühere Differenzirung der Femoralis gegenüber der Brachialis sprechen auch die Verhältnisse bei der Femoralis eines Embryo (Nr. 4) von der Gesammtlänge von 7,1 cm.

Bei der Brachialis wurde die Adventitia nur durch die Stellung der die Media umgebenden Kerne angedeutet; hier lassen sich alle drei Schichten der Wandung deutlich unterscheiden. Die Arterie ist von dem umgebenden Gewebe scharf gesondert, nur mit der sie begleitenden Vene steht sie in engerem Zusammenhange: beide Gefässwandungen gehen in einander über. Die Intima besteht aus den Endothelkernen und der schon bei der Brachialis beobachteten glashellen Membran, die Media aus etwa zwei Reihen dicht gedrängter Kerne, die Adventitia schliesslich ist lockerer mit weit auseinanderstehenden, unregelmässig geformten Kernen.

Die ganz scharfe Trennung der einzelnen Schichten erfolgt auch hier erst im vierten Monat. Femoralis und Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm bieten ein fast gleiches Bild.

Die weitere Entwicklung ist bei beiden Arterien dieselbe. Die Intima nimmt auch bei der Femoralis, wenn nicht ganz gleichmässig, so doch allmählich an Dicke zu. Schon bei der Brachialis fielen bei der Färbung mit Fuchsin auf der flächenhaft ausgebreiteten, röthlichen Elastica interna einige intensiv roth gefärbte longitudinale Streifen auf. Dieselben könnten im ersten Augenblicke leicht als elastische Auflagerungen betrachtet werden. Schrägschnitte jedoch, z. B. von der Femoralis eines Embryo von der Gesammtlänge von 48,0 cm, be-

weisen, dass diese parallel verlaufenden rothen Streifen genau den Falten der Elastica interna entsprechen und somit als Längsschnitte derselben aufzufassen sind.

Die Media zeigt in ihrem Grössenverhältniss zu der der Brachialis grosse Verschiedenheiten; bald ist sie breiter, bald schwächer. Auffallend tritt die Arterie der unteren Extremität zurück in der Entwicklung der elastischen Elemente. Besonders deutlich konnte dies bei dem Embryo (Nr. 6) von der Gesammtlänge von 18,5 cm, noch mehr bei demjenigen (Nr. 7) von 28,0 cm Länge beobachtet werden.

Bei letzterem ist bei der Alaunkarminfärbung weder eine Elastica interna noch externa zu erkennen, geschweige denn elastische Elemente innerhalb der Media. Wenn dieselben auch bei der Färbung mit Fuchsin hervortreten, so werden sie doch von denen der Brachialis an Stärke und Zahl übertroffen. Ein gleiches Verhältniss zeigt sich auch fernerhin bis zum Neugeborenen. Die Anordnung der elastischen Elemente ist die gleiche wie bei der Brachialis, d. h. nach aussen hin liegen die stärkeren Schichten in grösseren Zwischenräumen, nach der Intima zu werden die Streifen zahlreicher, aber auch dünner. Das Verhalten der Media-Kerne ist bei beiden Arterien das gleiche. Nach aussen haben sie stets eine mehr längliche Form, während sie an der Intima dichter gedrängt in unregelmässigen Formen sich den Falten der Elastica interna anschmiegen. Aus der unregelmässigen Gestalt wird allmählich eine langgestreckte Spindelform.

In der Adventitia wird bei beiden gleichzeitig das Auftreten zweier Schichten im vierten Monat, die Entstehung der Vasa vasorum im sechsten Monat und das Auftreten der elastischen Elemente in der inneren Adventitia-Schicht im 6—7. Monat beobachtet.

Die Lage der Verhältnisse ändert sich theilweise im Beginn des extrauterinen Lebens. Während die embryonale Brachialis die Femoralis häufig an Stärke ihrer Gesammtwandung oder deren einzelnen Theile, ferner durch das Ueberwiegen der elastischen Elemente übertrifft, tritt schon in den ersten Lebensjahren das umgekehrte Verhältniss ein. Die Femoralis zeigt hier ein bedeutend stärkeres Wachsthum. Es ist dies auffallende Verhältniss beider Arterien während des intrauterinen Lebens wohl auf das Zurückbleiben der unteren Extremitäten im allgemeinen während dieser Periode zurückzuführen.

So nimmt denn die Intima in den ersten Jahren steigend an Dicke zu; bei einem Kinde von 17 Monaten lässt sich an der Innenseite der Elastica interna eine helle kernhaltige Schicht erkennen, die theilweise von Fasern in circulärer und longitudinaler Richtung durchsetzt wird. Sie nimmt bei der Färbung mit Fuchsin nicht die rothe Farbe der Elastica interna an, man kann sie somit wohl als eine neue rein bindegewebige Schicht auffassen. In der Media nehmen die Muskelkerne an Zahl zu; sie strecken sich, werden länger und dünner. Ihnen gegenüber

tritt auch wie bei der Brachialis das elastische Element immer mehr in den Hintergrund; zumal nahe der Adventitia liegen nur vereinzelte elastische Schichten. Selbst die Elastica externa hält mit der Elastica interna im Wachsthum nicht gleichen Schritt. Auf dem Längsschnitt erscheinen nur sehr wenige elastische Fasern, so dass es sich in allen diesen Stadien wohl meistens um circuläre Fasern in der Media, selten um grössere Lamellen handelt.

In der Adventitia gewinnt umgekehrt die elastische Substanz schnell an Stärke und zwar in einem solchen Maasse, dass die elastische Schicht der Adventitia bei der Femoralis diejenige der Brachialis jetzt absolut und relativ an Stärke übertrifft. Ausser den longitudinalen Fasern treten auch kurze circuläre auf. Beide Schichten der Adventitia sind etwa gleich stark und gehen ohne scharfe Grenze in einander über. Die äussere enthält bei der Femoralis ebenfalls einige elastische Elemente. Bei beiden Arterien ist die Adventitia stets breiter als die Media, und zwar in dem jüngsten Stadium etwa fünfmal so dick und mit steigendem Alter abnehmend bis zur zwei- und dreifachen Stärke.

Aorta.

Wenn Morpurgo sagt, dass der Entwicklungsgang in allen Arterien ein analoger sei und dass dabei die grossen den kleinen voranschreiten, so kann dieser Behauptung nach den vorliegenden Untersuchungen nicht beigestimmt werden. Arterien wie die Aorta und die Carotis entwickeln sich in vielen Punkten ganz anders, als die bisher beschriebenen Femoralis und Brachialis. Freilich schreiten die grossen den kleinen in der Entwicklung voran, d. h. nur insofern, als sie früher beginnen sich zu differenziren. Während bei dem jüngsten Stadium (Nr. 1) von der Länge von 4,3 cm die Brachialis und Femoralis noch als einfache Endothelröhren vorgefunden werden, hat sich die Wandung der Aorta schon einer Umwandlung unterzogen. Das mit meist noch kernhaltigen Blutkörperchen gefüllte Lumen ist von einer in unregelmässige Windungen gelegten Schicht von dunkler erscheinenden Kernen umgeben. Dieselben sind dicht an einander gereiht und besitzen meist eine runde Form. Ohne Zweifel haben wir es hier mit dem von der Wandung abgehobenen Endothel der Aorta zu thun. Getrennt durch einen kleinen Spaltraum folgt nun die kernreiche Schicht der übrigen Wandung. Hier liegen nach innen dicht gedrängt etwa zwei Reihen von Kernen, die meist rund oder eckig geformt sind. Die weiter auswärts stehenden nehmen eine längliche Form an und liegen in einem gestreiften Grunde. Gegen das lockere kernarme Gewebe der Umgebung ist diese Schicht deutlich abgegrenzt. Ob aus diesem ganzen Theil der Wandung nur die Media hervorgeht und somit der innere Theil mit seinen unregelmässigen Kernen nur eine Wucherungszone darstellt, oder

ob in den beiden Arten von Kernanordnung schon die Anlage der Media und Adventitia angedeutet ist, lässt sich hier schwer entscheiden.

Besser tritt das Verhältniss dieser beiden Schichten in dem folgenden Stadium (Nr. 2) bei der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm hervor, da hier durch Längsschnitte die Befunde der Querschnitte ergänzt werden konnten. Die innere Schicht ist bedeutend reicher an Kernen als die äussere; dieselben zeigen wiederum ganz unregelmässige Formen. Relativ ist sie im Verhältniss zur äusseren Schicht stärker als im vorhergehenden Stadium. Auf dem Längsschnitt treten nun die Kerne deutlich als quergetroffene Mediakerne hervor. In zwei Schichten dicht angeordnet zeigen sie grösstentheils eine vollkommen runde Gestalt. Hiervon ist durch einen hellen Streifen die 4—5 mal breitere, äussere Schicht, die Adventitia, scharf abgegrenzt. Ihre in einer hellen Grundsubstanz liegenden Kerne sind mit einigen Ausnahmen der Längsachse des Gefässes parallel gestellt. Durch eine mehr concentrische Stellung der Kerne im inneren Theil der Adventitia lassen sich zwei Schichten derselben unterscheiden. Auf dem Querschnitt liegen in der feinstreifigen hellen Grundsubstanz theilweise längsgestellte, theils runde Kerne. Nach aussen hin werden die letzteren immer seltener, indem sie zugleich mehr und mehr die runde und ovale Form annehmen. Wenn auch so ein Uebergang in das umgebende Gewebe geboten wird, so bleibt doch immerhin durch die dichtere Anordnung und die concentrische Stellung der Kerne in der Arterienwand eine ziemlich scharfe Grenze bestehen. Aus Längs- und Querschnitt lässt sich ersehen, dass bis jetzt in der Adventitia keiner Richtung ein Vorzug gegeben wird, sondern die Elemente circulär wie longitudinal verlaufen.

Für die Berechtigung der Annahme, in den beiden beschriebenen Schichten die Anlage der Media und Adventitia zu sehen, spricht noch deutlicher die Untersuchung der Aorta eines Embryo (Nr. 3) von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) [Tafel II. 19, 20]. Das Lumen dieses Gefässes ist so stark mit Blut gefüllt, dass auf dem Querschnitt keine scharfe Grenze der Gefässwand von dem Inhalt gefunden werden kann. Erst auf dem Längsschnitt ist die Intima zu erkennen: langgestreckte Endothelkerne, begrenzt von einer glashellen Membran, wohl der ersten Anlage der Elastica interna.

Der übrige Theil der Wandung hebt sich auf dem Querschnitt von der Umgebung als eine um das Lumen fest geschlossene Schicht von Kernen ab. Die innere, etwas schmalere Schicht zeigt in Form und Stellung ihrer Kerne grosse Unregelmässigkeit; letztere liegen in einer grauen Grundsubstanz. Auf dem Längsschnitt entsprechen ihnen einige Reihen von meist rund oder oval geformten Kernen. Die äussere Schicht lässt, wie im vorigen Stadium, einen inneren kernreicheren und äusseren kernärmeren, lockeren Theil unterscheiden, die auf dem Querschnitt bisweilen durch einen, wohl künstlichen, Spaltraum getrennt sind. Die

Kerne liegen auf dem Querschnitt in runder, theilweise auch länglicher Form, in einer leicht circulär gestreiften Grundsubstanz. Im Längsschnitt sind sie fast durchweg von länglicher Gestalt. Der Verlauf der Adventitia-Elemente kann somit hier wohl als hauptsächlich longitudinal bezeichnet werden.

Dasselbe Resultat ergiebt die Untersuchung eines Embryo (Nr. 4) von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm).

So ist also bei der Aorta die Differenzirung der Wandung im dritten Monat schon weiter vorgeschritten als bei der Brachialis und Femoralis, da sich hier schon Intima, Media und Adventitia deutlich erkennen lassen. Die scharfe Sonderung in drei Schichten jedoch, das Auftreten der einzelnen Wandelemente, zumal der elastischen Substanz, kurz das charakteristische Bild der Aortenwandung bietet die Arterie erst im vierten Monat (Nr. 5) (untersucht an einem Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm — Scheitel bis Steiss 10,5 cm [Tafel II. 21—23] —). Das sehr gut erhaltene, an einigen Stellen etwas abgehobene Endothel wird von einer verhältnissmässig breiten, glänzenden Elastica interna umgeben, die auf dem Querschnitt in zahlreiche, nicht ganz gleichmässige Falten gelegt ist. Die in etwa zehn Reihen nebeneinander geordneten Kerne der Media sind auf dem Querschnitt, besonders in der Nähe der Intima, ganz unregelmässig geformt. Nach aussen nehmen sie eine mehr längliche, wenn auch noch immer nicht ganz gleichmässige, Gestalt an. Die auf dem Längsschnitt zwar ebenfalls unregelmässigen, aber viel kleineren Kerne sind wohl als Querschnitte der soeben beschriebenen aufzufassen. Ihre Vertheilung in der Media ist eine fast gleichmässige. Zwischen den einzelnen Kernreihen treten nun bald dickere, bald zartere glänzende, wellenförmige Linien auf, welche ununterbrochen das ganze Lumen umgeben. Diese elastischen Streifen senden vielfach Fortsätze aus, um mit den benachbarten in Verbindung zu treten, oder sie theilen sich in zwei Stränge, um sich bald darauf wieder zu vereinigen. So bilden sie ein enges Maschenwerk, in dem die Muskelkerne eingeschlossen sind. Nach der Adventitia zu hören sie plötzlich auf, so dass zwischen beiden Wandschichten doch eine deutliche Grenze besteht, wenn auch nicht eine besonders starke elastische Membran, wie die Elastica externa der Brachialis und Femoralis, die Scheidewand bildet. Der mit Fuchsin gefärbte Längsschnitt beweist, dass diese elastischen Schichten der Media Lamellen sind, welche dieselbe der Länge nach durchsetzen. Es hebt sich hier die intensiv gefärbte, längsgestreifte Media scharf von der blasseren Adventitia ab. In der etwas breiteren Adventitia überwiegt jetzt die longitudinale Richtung. Denn es zeigen die Kerne auf dem Querschnitt eine grosse Unregelmässigkeit in Gestalt und Anordnung, wie auch die immer deutlicher hervortretenden Fasern der Grundsubstanz hier keine gleichmässige Anordnung besitzen. Auf dem Längsschnitt liegen die weitaus meisten Kerne mit ihrer Längsachse parallel der Längs-

achse des Gefässes, und ebenso verläuft die Streifung der Grundsubstanz longitudinal. Zwei gesonderte Schichten der Tunica adventitia, wie bei der Brachialis und Femoralis, sind hier nicht nachzuweisen.

Eine auffallende Veränderung geht in dem folgenden Stadium bei einem Embryo von 18,5 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 10,0 cm) mit der Adventitia vor sich. Bisher waren Media und Adventitia fast gleich reich an Kernen, sie unterschieden sich nur durch die Anordnung ihrer Elemente und zuletzt auch durch das Auftreten der elastischen Substanz in der Media. Jetzt ist die freilich noch immer breitere Adventitia so arm an Kernen und ist aus so lockerem fibrillären Bindegewebe zusammengesetzt, dass man kaum eine Grenze gegen das umgebende Bindegewebe ziehen kann. Während bei der Femoralis und Brachialis schon im vorhergehenden Stadium die Tunica adventitia durch ihre allmählich immer noch deutlicher werdende Theilung in zwei Schichten, später durch das Auftreten der elastischen Elemente die Aufmerksamkeit auf sich zog und an Bedeutung der Media ebenbürtig wurde, beginnt sie bei der Aorta schon in diesem Stadium der Media gegenüber vollkommen zurückzutreten. Freilich treten dagegen schon jetzt in allen ihren Theilen reichlich Vasa vasorum auf. Zwischen Adventitia und Media besteht keine scharfe Grenze. Die auch hier noch auffallende unregelmässige Form der inneren Mediakerne könnte darauf hinweisen, dass es sich hier um eine Wucherungszone oder um longitudinale Muskelfasern handelt. Gegen letzteres spricht der Umstand, dass auf dem Längsschnitt niemals längliche Muskelkerne gesehen wurden. Bei der Färbung mit Fuchsin erscheint am inneren Rande des Gefässes eine zarte vollständig abgeblasste helle Membran, die wir wohl als eine bindegewebige Schicht der Aortenintima auffassen dürfen.

In dem weiteren Wachsthum sind bei der Aorta besonders die Entwicklung der Mediakerne und das Verhältniss von Media und Adventitia von den Zuständen bei der Brachialis und Femoralis verschieden. So sind auch bei einem Embryo von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) (Nr. 7) die Kerne der Muscularis deutlich sichtbar, aber von äusserst unregelmässiger Gestalt. Die Adventitia ist jetzt nur noch ein wenig breiter als die Media und enthält zahlreiche Vasa vasorum, die bis in die äusserste Schicht der Media eindringen. Von elastischen Fasern ist in derselben keine Spur vorhanden.

Während auch noch bei einem Embryo (Nr. 8) von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) die kleinen rundlichen Mediakerne gegenüber den stark gefalteten elastischen Schichten zurücktreten, ist die Entwicklung derselben in dem folgenden Monat (Embryo von 34,5 cm Gesammtlänge; Scheitel bis Steiss 23,5 cm) (Nr. 9) in ein neues Stadium übergegangen. Alle haben auf dem Querschnitt jetzt eine längliche Form, die nur dadurch etwas an Regelmässigkeit verliert, dass sich die einzelnen Kerne den Windungen der elastischen Streifen

anschmiegen. Auffallend ist ferner eine dicht an einander gedrängte Schicht von etwa zwei Reihen Kernen, die der Elastica interna angelagert ist. Diese Schicht, welche auch in späteren Stadien beobachtet werden kann, ist als eine rein muskulöse zu bezeichnen. Ihr fehlen die elastischen Elemente. Dieselben treten sonst in diesem Stadium gerade besonders scharf hervor. Bei der Färbung mit Alaunkarmin als hellglänzende, durch Fuchsin intensiv roth gefärbte, wellige Linien besitzen sie in der grössten Ausdehnung der Media fast die gleiche Dicke. Im innersten Theil beginnen sie nach der Intima zu immer zarter zu werden, bis sie endlich in der oben als muskulös bezeichneten Schicht ganz fehlen. Die Grenze zur Adventitia hin wird nicht durch eine breite Elastica externa gebildet; der Uebergang beider Schichten ist bei der Aorta weniger scharf als bei der Brachialis und Femoralis. Keineswegs ist derselbe andrerseits ein ganz allmählicher, so dass sich etwa zwischen immer weiter auseinander tretenden elastischen Lamellen Bindegewebe einlagert, bis jene schliesslich sich vollkommen verlieren. Vielmehr senken sich von der letzten elastischen Schicht der Media, welche fast die gleiche Stärke hat, wie die übrigen, und gleich nahe an die benachbarte gelagert ist, ganz zarte elastische Streifchen ohne bestimmte Richtung in das nächste anliegende Bindegewebe der Adventitia hinein. Eigener elastischer Substanz entbehrt die Adventitia noch vollkommen. Sie besteht aus lockerem Bindegewebe ohne bestimmte Richtung des Fasernverlaufs. An Breite übertrifft die Adventitia die Media noch um ein geringes. Ebenso verhalten sie sich bei dem folgenden Stadium (Nr. 10), einem Embryo von der Gesammtlänge von 41,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm). Das umgekehrte Verhältniss sehen wir dann an der Aorta eines 46,0 cm langen Embryo (Nr. 11) (Scheitel bis Steiss 20 cm). Hier misst die Media 302,49 μ gegenüber einer Dicke der Adventitia von 257,55 μ. Dieses Verhältniss bleibt auch im weiteren Wachsthum bestehen. In demselben Stadium lässt sich auch wiederum die schon einmal erwähnte bindegewebige Schicht an der Aortenintima beobachten, die bei der Färbung mit Alaunkarmin als eine faserige Schicht, bei der Färbung nach Manchot als abgeblasster zarter Saum auftritt.

Fast gleiche Verhältnisse finden sich nun auch in den beiden letzten Stadien, einem Embryo (Nr. 12) von der Gesammtlänge von 48,0 cm (Scheitel bis Steiss 27,0 cm [Tafel II. 24; Tafel III. 25]) und dem Neugeborenen (Nr. 13). Gegenüber der Brachialis und Femoralis ist an der Elastica interna die geringe und niedrige Faltenbildung zu bemerken. In der Media, wo die Kerne fast nur in der innersten, rein muskulösen Schicht eine etwas gleichmässige Form zeigen, ist die kümmerliche Ausbildung derselben gegenüber den langgestreckten Formen bei den weit kleineren Arterien auffallend. Longitudinal gestellte Kerne werden nirgends angetroffen. In der Adventitia treten auch jetzt feine elastische Fasernetze auf, die meist in longitudinaler Richtung verlaufen.

In den ersten Lebensjahren [Tafel III. 26—29] treten in der Media keine weiteren Veränderungen auf, nur dass die elastischen Lamellen vermehrt und verdickt werden und zugleich die Zahl der Kerne zunimmt. Letztere haben auf den Querschnitten eine längliche Form; doch erreichen sie nicht die Grösse derjenigen der Brachialis und Femoralis. Meist sind sie in circulärer Richtung angeordnet. Auf dem Längsschnitt erscheinen sie vollkommen unregelmässig. In der Adventitia treten, grösstentheils im äusseren Theile derselben, allmählich mehr und mehr elastische Streifen auf, theils circulär, theils longitudinal verlaufend. Sie bilden ein vielverzweigtes Fachwerk.

Am wichtigsten sind jedoch die Veränderungen, welche an der Intima vor sich gegangen sind. [Tafel III. 30—33]. Hier ist innerhalb der Elastica interna, als welche man doch wohl die erste nach innen gelegene elastische Lamelle auffassen muss, wenn sie auch nicht die übrigen an Stärke übertrifft, eine breite Schicht entstanden.

Bei der Färbung mit Alaunkarmin lassen sich auf dem Querschnitt drei Schichten von Kernen unterscheiden. Am nächsten der Elastica interna liegen unregelmässig gestaltete Kerne in einer glänzenden Grundsubstanz, darauf folgend eine Reihe länglicher Kerne, die etwa dieselbe Grösse haben wie die Muskelkerne der Media, endlich ganz nach innen eine schwache Zone mit kleinen, unregelmässigen Kernformen. Der Längsschnitt zeigt in den beiden ersten Schichten das umgekehrte Bild. Die äusserste erscheint fein gestreift mit meist länglich gestellten Kernen; die mittlere enthält unregelmässige Kerne in glänzendem Grundgewebe. Die innerste hat meist längsgestellte Kerne und ist wohl als Endothel, verdickt durch etwas Bindegewebe, aufzufassen. Eine ganz scharfe Trennung der drei Schichten in Bezug auf die Form und Stellung ihrer Kerne und Gestaltung ihrer Grundsubstanz ist natürlich nicht vorhanden. Ob die in den beiden äusseren Schichten enthaltenen Kerne nun Bindesubstanzzellen oder Muskelfasern zugehören, lässt sich hier nicht entscheiden. Der Grösse nach ist das letztere das wahrscheinliche. Schärfer treten die Unterschiede der drei Schichten bei der Färbung mit Fuchsin hervor. Auf dem Querschnitt spaltet sich die Elastica interna oft in zwei, drei Lamellen, um sich später wieder zu vereinigen. Sie zeigt vielfach Unterbrechungen, die vielleicht auf Oeffnungen in der Lamelle hinweisen. An sie schliesst sich nach innen eine intensiv roth gefärbte, aber undeutlich gezeichnete Schicht an; dann folgt eine ebenfalls roth gefärbte, circulär gestreifte Schicht und schliesslich im Innern eine abgeblasste, ebenfalls streifige Schicht. Noch deutlicher tritt der Unterschied der beiden äusseren Schichten hervor, wenn man das umgekehrte Bild, wie es auf dem Längsschnitte erscheint, zum Vergleiche heranzieht. Es kann hiernach kein Zweifel darüber herrschen, dass wir es hier mit einer äusseren longitudinalen und einer mittleren circulären Schicht zu thun haben, die beide reich von elastischen Fasern durchsetzt sind.

Ob sie Muskulatur oder Bindegewebe in sich tragen, ist bei dieser Färbung nicht zu unterscheiden. Die innerste Schicht besteht ohne Zweifel aus Bindegewebe.

Betrachten wir die Entwicklung der Aorta im Ganzen, so zeigt sich, dass die Anlage zur Entwicklung aus einem Endothelrohr zur Arterie mit complicirter Wandung schon frühzeitiger beginnt, als bei der Femoralis und Brachialis. Diese Entwicklung wird auch hier durch eine concentrische Anordnung der embryonalen Bindegewebszellen angebahnt. Wann dies zuerst geschieht, lässt sich leider nach den vorliegenden Untersuchungen nicht sicher feststellen, da ja das jüngste hier in Betracht kommende Stadium im dritten Monat schon die Differenzirung in einzelne Schichten, wenn auch undeutlich, anzeigt. Die Längsschnitte der folgenden grösseren, aber immer noch dem dritten Monat angehörigen Stadien lassen keinen Zweifel mehr über die scharfe Scheidung der Media und Adventitia, zumal wenn man die folgenden Monate zum Vergleich heranzieht. Die als Adventitia zu betrachtende äussere Schicht ist breiter als die innere und enthält bald longitudinal bald circulär gestellte Kerne in einer leicht gestreiften Grundsubstanz. Die Media zeichnet sich durch die Unregelmässigkeit ihrer Kerne in Form und Stellung aus. Einen bedeutend höheren Grad der Entwicklung finden wir im vierten Monat. Die Intima ist durch die glänzende Elastica interna ausgezeichnet. In der Media treten zwischen den 10—12 Muskellagen ebenso viele elastische Membranen auf, die viel verzweigt und anastomosirend ein enges Maschenwerk bilden. Die Adventitia, bestehend aus fibrillärem Bindegewebe, ist noch ein wenig breiter als die Media. So bietet die Aorta in den hauptsächlichsten Punkten schon dasselbe Bild dar, wie es sich auch beim Neugeborenen findet. Die fernere Entwicklung während des embryonalen Lebens besteht grösstentheils nur in einer Vermehrung der einzelnen Elemente. Die Intima nimmt allmählich, wenn auch nicht gleichmässig, an Dicke zu. Bisweilen kann an einzelnen Stellen eine innere bindegewebige Schicht beobachtet werden, ohne dass jedoch in ihrem Auftreten eine Regelmässigkeit nachgewiesen werden könnte.

In der Media vermehren sich Muskelkerne und elastische Lamellen bis zur Geburt gleichmässig. Die ersteren liegen stets an der Elastica interna am dichtesten, erreichen keine regelmässige längliche Form, wie bei der Brachialis und Femoralis, sondern, bald von rundlicher Form, bald länglich, schmiegen sie sich stets den Windungen der elastischen Lamellen an. Nirgends zeigt sich Längsmuskulatur. Die elastischen Schichten werden zahlreicher und breiter, nehmen aber stets nach innen zu an Dicke ab. Eine besonders ausgebildete, stark hervortretende Elastica externa konnte niemals beobachtet werden.

Die Adventitia ist in den ersten Stadien bedeutend breiter als die Media, allmählich ändert sich dies Verhältniss zu ihren Ungunsten, bis

schliesslich im 8.—9. Monat sie an Stärke von der Media übertroffen wird. Schon im fünften Monat wird sie lockerer und kernarmer als die Media. Zu gleicher Zeit treten aber reichlich Vasa vasorum in allen ihren Schichten auf, die am Ende desselben Monats auch bis in die äussersten Schichten der Media vordringen. Von zwei Schichten, wie bei der Brachialis und Femoralis, von elastischen Fasern oder von Muskulatur konnte nichts bei ihr gefunden werden. Erst beim Neugeborenen sehen wir zarte elastische Fasern in ihren äusseren Theilen auftreten, die in den ersten Lebensjahren an Stärke zunehmen.

Carotis communis.

Da sich der Entwicklungsgang der Carotis in den hauptsächlichsten Punkten demjenigen der Aorta anschliesst, kann die Darstellung auf die Beschreibung einiger wenigen Entwicklungstufen beschränkt werden.

In dem jüngsten Stadium, einem Embryo (Nr. 1) von der Gesammtlänge von 4,3 cm nimmt die Carotis eine Mittelstufe zwischen dem einfachen Endothelrohr der Brachialis und Femoralis und der schon deutlich dreischichtigen Aorta ein. Das stark mit Blut gefüllte Lumen ist von einem deutlich zu erkennenden Endothel umgeben. Die beginnende Differenzirung der übrigen Wandung wird nur durch eine concentrische Anordnung der zunächst liegenden Kerne angedeutet.

Bedeutend weiter vorgeschritten ist die Carotis bei dem Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm, Scheitel bis Steiss 4,3 cm. Am inneren Rande der Wandung liegt ein regelmässig angeordneter Ring von kleinen, theils runden, theils unregelmässig geformten Kernen, die auf dem Längsschnitt langgestreckt erscheinen. Auf dieses Endothel folgt eine glashelle Membran von fraglicher Beschaffenheit. Bei der Färbung mit Alaunkarmin zeigt sie einen gewissen Glanz, der auf elastische Substanz hinweisen könnte, doch fehlt andrerseits wieder jede Färbung bei der MANCHOT'schen Methode. Nach aussen ordnen sich etwa zwei oder drei dichtgedrängte Reihen runder, ovaler und eckiger Kerne in homogener Grundsubstanz an. Durch die dichtere Anordnung ihrer Elemente erscheint diese Schicht dunkler als ihre Umgebung. In der letzteren liegen zunächst einige etwas regelmässigere Reihen von weiter auseinander stehenden, verschiedenartig geformten Kernen. Dass diese quer getroffen sind, beweist ihre längliche Gestalt auf dem Längsschnitt. Auf letzterem tritt noch deutlicher als auf dem Querschnitt die Streifung der Grundsubstanz hervor. Die Grenze gegen das umgebende Gewebe ist zwar nicht scharf, aber doch deutlich durch das Aufhören der circulären Anordnung der Elemente auf dem Querschnitte hervorgehoben. So lassen sich hier denn schon Intima, Media und Adventitia mit einer gewissen Deutlichkeit unterscheiden. Das gleiche Resultat ergeben die Untersuchungen der beiden übrigen Embryonen des dritten Monats

(Nr. 3). Bei dem letzten, mit der Länge von 7,1 cm (Nr. 4) treten in der Adventitia schon Vasa vasorum auf.

Auch bei der Carotis bringt der vierte Monat (Nr. 5) einen entscheidenden Fortschritt in ihrem Entwicklungsgange. Das Endothel lehnt sich an eine scharf ausgebildete Elastica interna an, die im Vergleich mit demjenigen der Brachialis und Femoralis wenig gefaltet ist. Die Muscularis besteht aus etwa sieben Reihen meist ovaler Kerne, die diejenigen der Adventitia an Grösse übertreffen. Die einzelnen Kernreihen sind durch helle Streifen von einander getrennt, die sich bei der Färbung mit Fuchsin als quergetroffene elastische Lamellen erweisen. Eine besonders ausgeprägte Elastica externa als Grenzscheide zur Adventitia hin konnte hier ebenso wenig gefunden werden, wie bei der Aorta. Die Adventitia übertrifft die Media an Breite. Sie ist auf dem Querschnitt vollkommen unregelmässig gestaltet, sowohl in der Richtung ihrer Elemente wie in der Form der Kerne. Erst der Längsschnitt zeigt, dass die überwiegende Mehrzahl der Adventitia-Elemente longitudinal verläuft. Dasselbe, nur noch schärfer ausgeprägte, Bild zeigt die Carotis eines fünfmonatlichen Embryo (Nr. 6) von der Gesammtlänge von 18,5 cm (Scheitel bis Steiss 10,0 cm).

Eine Veränderung der Intima lässt sich bei einem Embryo (Nr. 7) von der Gesammtlänge von 28,0 cm (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) beobachten. Auf dem Längsschnitt erhebt sich an einzelnen Stellen der Intima eine Verdickung, welche, wie die Färbung mit Fuchsin ergab, nicht elastischer Natur ist. Ob die in ihr befindlichen kleinen runden Kerne als quer getroffene Muskelkerne anzusehen sind, oder als dem Bindegewebe angehörige, kann hier nicht entschieden werden. Ein Zusammenhang mit dem Abgang von Gefässen war nicht nachzuweisen.

Im übrigen wachsen die einzelnen Schichten weiter durch Vermehrung der einzelnen Elemente. Gleich wie bei der Aorta entwickelt sich auch hier die Form der Mediakerne nicht so, wie wir es bei der Brachialis und Femoralis in denselben Stadien beobachten konnten. So behalten in dem achten (Nr. 8—11) und den folgenden Stadien die Kerne ihre Dicke und ovale Form, sind vielfach gekrümmt und verzerrt. Dieses Verhalten tritt besonders in dem elften Stadium, bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm) hervor. An die Elastica interna lagern sich einige Reihen dicht gedrängter Kerne, die meistens von gar keinen, bisweilen von ganz zarten elastischen Streifchen durchsetzt werden. Nach aussen verhalten sie sich in der oben beschriebenen Weise, d. h. klein, oft unregelmässig geformt treten sie den immer dichter werdenden Lamellen gegenüber mehr und mehr in den Hintergrund.

Zu gleicher Zeit hat sich auch schon in dem achten Stadium (Nr. 8), bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) eine Veränderung in der Adventitia vollzogen. Dicht an

der Grenze zur Media tritt eine Anhäufung feiner, longitudinal verlaufender, elastischer Fäserchen auf, ohne dass ein Unterschied in zwei Adventitiaschichten gemacht werden könnte. Die übrigen Elemente der Adventitia zeigen wie bisher eine grosse Unregelmässigkeit im Verlauf. Die elastischen Elemente der Adventitia gewinnen in den folgenden Stadien an Stärke und Deutlichkeit, so dass sie schliesslich in dem inneren Theil der Adventitia die longitudinale Verlaufsrichtung zur vorherrschenden machen.

Die oben beschriebene Verdickung der Intima wurde im bisherigen Lauf der Entwicklung nur noch einmal beobachtet, und zwar im elften Stadium (Nr. 11) bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 46,0 cm (Scheitel bis Steiss 20,0 cm). Hier legt sich etwa in der Ausdehnung eines Drittels des Umfanges an die Elastica interna nach innen eine kernhaltige faserige Schicht. Auch hier mag es dahingestellt bleiben, ob es Muskel- oder Bindegewebskerne sind. In den äussersten Theilen dieser Schicht, hart an der Elastica interna, liegen einige longitudinale, zarte elastische Fäserchen. An dem übrigen Umfang des Gefässes besteht die Intima nur aus Endothel und Elastica interna.

Eine eben solche Schicht innerhalb der Elastica interna mit zwei Reihen offenbar quergetroffener Kerne mit leicht gewundenen, zarten elastischen Fasern an der äusseren Grenze findet sich auch auf dem Querschnitt der Carotis eines Neugeborenen. Auch im übrigen haben sich hier die Verhältnisse der Wandung nicht viel verändert. Die meist ovalen, oft unregelmässigen Kerne liegen in einem hellen Grunde, an der Intima am dichtesten, zwischen den elastischen Schichten ziemlich gleichmässig vertheilt. Von den elastischen Lamellen sind die inneren am meisten gefaltet, die äusseren die stärksten an Breite. Sie laufen fast alle parallel in cirkulärer Richtung; sie sind jedoch durch Anastomosen und feine elastische Fasern so eng verbunden, dass sie ein enges Maschenwerk bilden, dem sich die muskulösen Elemente einfügen müssen. Die Adventitia besteht aus fibrillärem Bindegewebe. Im Gegensatz zu dem kurz vorhergehenden Stadium sind die elastischen Elemente an der Grenze zur Media relativ gering. Dagegen durchsetzen ausserordentlich zahlreiche Vasa vasorum alle Schichten der Adventitia und treten auch hart an die Media heran, ohne jedoch in diese selbst einzudringen.

Bei einem dreijährigen Kinde hat die Intima noch an Breite zugenommen. Sie umgiebt jetzt das ganze Lumen, aber in ungleichmässiger Stärke und zwar so, dass sich ihre dickste und ihre dünnste Stelle direct gegenüber liegen.

Sie enthält longitudinal gestellte Kerne und eine äussere longitudinal und eine innere cirkulär verlaufende Schicht feiner elastischer Fasern. Die elastischen Lamellen der Media sind schmaler als bei der Aorta, liegen jedoch dichter zusammen und sind noch mehr durch elastische

Fasernetze verbunden. In dem fibrillären Bindegewebe der Adventitia liegen dicht an der Media einige wenige longitudinale elastische Fasern.

Der Entwicklungsgang der Carotis ist nach diesen Untersuchungen kurz folgender: Im Anfang des dritten Monats beginnt die Differenzirung der Wandung durch eine concentrische Anordnung der embryonalen Gewebselemente. Die Aorta zeigte hier schon die Anordnung dreier Schichten. Diese Stufe erreicht die Carotis noch in demselben Monat. Die Intima, besonders schön auf dem Längsschnitt hervortretend, besteht aus langgestreckten Endothelkernen und einer glashellen Membran; die Media wird dargestellt durch eine Schicht kleiner, unregelmässiger Kerne; die Adventitia enthält longitudinal gestellte Kerne in streifiger Grundsubstanz. Am Ende dieses Monats treten in der Adventitia Vasa vasorum auf.

Der vierte Monat giebt der Carotis das charakteristische Gepräge durch das Auftreten elastischer Elemente: in der Intima die schwach gefaltete Elastica interna, in der Media zahlreiche elastische Lamellen. Eine Elastica externa ist nicht vorhanden. Die Adventitia ist noch frei von elastischen Fasern; sie ist unregelmässig geordnet, doch überwiegt in ihr die longitudinale Richtung.

Die Intima zeigt im Beginn des sechsten Monats an einzelnen Stellen etwas complicirteren Bau; zwischen Elastica interna und Endothel schiebt sich eine kernhaltige Schicht ein, die muskulös oder bindegewebig sein kann, aber jedenfalls nicht elastischer Natur ist. In späteren Stadien hat sie an Breite zugenommen; zugleich sind auch elastische Elemente und zwar anfangs nur longitudinale Fäserchen aufgetreten. In den ersten Lebensjahren umfasst diese Schicht das ganze Lumen, wenn auch ungleichmässig; in ihr lassen sich eine äussere longitudinale und eine innere cirkuläre elastische Schicht unterscheiden. Die Endothellage ist gleich geblieben, die Elastica interna allmählich breiter geworden.

In der Media nehmen die Kerne und elastischen Lamellen dauernd an Zahl und Stärke zu. Letztere sind aussen am stärksten, erreichen jedoch nicht die Dicke der Aortalamellen. Dagegen werden sie durch ein viel dichteres Fasernetz als jene verbunden. Die Kerne sind an der Intima am dichtesten, zwischen den Lamellen gleichmässig vertheilt gelagert. Mit zunehmendem Alter werden sie zwar grösser, erreichen aber nicht die langgestreckte Form, wie diejenige der Brachialis und Femoralis. Vielmehr behalten sie stets eine ungleichmässige Gestalt. Längsmuskulatur ist nicht nachzuweisen.

Die Grenze zwischen Media und Adventitia bildet sich ebenso heraus wie bei der Aorta: d. h. es reichen von der letzten Lamelle kleine elastische Fasern in die Adventitia. Letztere besteht aus unregelmässig gelagertem, grösstentheils jedoch longitudinal verlaufendem fibrillärem Bindegewebe. Im Beginn des sechsten Monats tritt dicht an der Grenze zur Media eine feine Schicht longitudinaler elastischer Fasern auf. Die-

selben erreichen keine besondere Stärke, vor allem nicht im Vergleich mit der elastischen Innenschicht der Adventitia bei der Femoralis und Brachialis. Ueberhaupt fehlte bei der Carotis die Theilung in zwei Schichten. Vasa vasorum treten sehr frühzeitig, am Ende des dritten Monats, auf. Nie überschreiten dieselben die Grenze der Media.

Schluss.

Ueber den Entwicklungsgang der einzelnen Theile der Wandung im allgemeinen ergiebt sich aus den vorliegenden Untersuchungen Folgendes:

Die Intima besteht in den ersten beiden Monaten nur aus dem Endothel. Erst bei einem menschlichen Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) sehen wir häufig, fast immer bei der Brachialis und Carotis, eine glashelle Membran ausserhalb des Endothels auftreten. Wenn sich auch über die Natur dieser Membran nichts Bestimmtes aussagen lässt, so kann sie wohl doch als erste Anlage der Elastica interna angesehen werden. Im vierten Monat, bei einem Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) ist dieselbe bei allen vier in Betracht kommenden Arterien als richtige, vielfach gefaltete elastische Membran ausgebildet. So besteht denn wohl bei sämmtlichen mittelgrossen und grossen Arterien in dieser Zeit die Intima schon aus Endothel und Elastica interna. Auch das Wachsthum stellt sich vorläufig bei allen Arterien in ähnlicher Weise dar. Die Intima bleibt nur zusammengesetzt aus Endothel und Elastica interna, welche letztere allmählich an Dicke zunimmt. Diese Dickenzunahme ist kein gleichmässiges Fortschreiten. Vielmehr ist das Wachsthum der Intima in dieser Beziehung grossen Schwankungen unterworfen, wie aus der am Schluss dieser Abhandlung befindlichen Tabelle zu ersehen ist. Diese mannigfaltige Verschiedenheit der Maasse findet wohl zum grossen Theil ihren Grund in der bekannten Thatsache, dass die Intima an den verschiedenen Stellen eine verschiedene Dicke besitzt, und in der Unmöglichkeit, immer genau dieselben Stellen der einzelnen Gefässe zu vergleichen.

Bei der Femoralis und Brachialis bleiben dieselben Zustände bis zur Geburt und auch in den ersten Lebensjahren erhalten. Etwas complicirter wird bei der Aorta und der Carotis die Zusammensetzung theilweise schon beim Fötus, wenn auch erst im zweiten Theile des intrauterinen Lebens. Thoma hat darauf hingewiesen, dass sich in der Intima, der Aorta und der Carotis an einzelnen Stellen noch neue Schichten einlagern. Dieses Auftreten neuer Elemente konnte bei diesen Untersuchungen zum ersten Male an der Carotis eines sechsmonatlichen Embryo von 28,0 cm Gesammtlänge (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) beobachtet werden. Die Verdickung erstreckte sich auf einen kleinen

Theil des Gefässes. Zwischen Endothel und Elastica interna sah man eine helle Schicht mit kleinen runden Kernen. Elastischer Natur war diese Schicht nicht, das bewies die Fuchsin-Färbung. Ob muskulös oder bindegewebig, konnte durch die Alaunkarminfärbung allein nicht festgestellt werden. Im neunten Monat war diese Schicht bei einem Embryo von 46,0 cm Gesammtlänge sowohl an der Aorta wie Carotis in einem kleinen Theile des Umfanges zu verfolgen. Am deutlichsten tritt sie an der Carotis des Neugeborenen auf. In der hellen Schicht innerhalb der Elastica interna liegen zwei Reihen longitudinal gestellter Kerne. Dicht an der Elastica interna erscheinen feine elastische Fasern. Es kann nicht entschieden werden, ob diese Schicht hier schon die THOMA'sche elastisch-muskulöse oder erst eine bindegewebig elastische Anlage derselben ist.

In den ersten Lebensjahren schreitet dann die Entwicklung dieser Schicht rasch weiter, so dass wir im dritten Jahre an der Aortenintima drei Schichten unterscheiden können, von denen die mittlere cirkulär, die beiden anderen longitudinal verlaufen. Die beiden äusseren sind reich an elastischen Elementen. In der Carotisintima stehen die Kerne longitudinal. In Bezug auf Anordnung der elastischen Fasern lässt sich ebenfalls eine äussere longitudinale und eine innere cirkuläre Schicht unterscheiden.

Die Elastica interna selbst besteht in dem jüngeren Stadium aus einer einfachen elastischen Membran. Bei der Aorta und der Carotis erscheint sie schon in den letzten Monaten als gefensterte Membran; bei der Femoralis und Brachialis tritt diese Umwandlung erst beim Neugeborenen auf. Nur bei der Carotis und Aorta konnte eine Spaltung der Elastica interna und auch hier erst in den ersten Lebensjahren beobachtet werden.

Die Tunica media scheint direct aus dem embryonalen Bindesubstanzgewebe hervorzugehen. Bis zum vierten Monat (Nr. 4, Gesammtlänge 16,7 cm, Scheitel bis Steiss 10,5 cm) beschränkt sich die Differenzirung der Gefässwand auf eine mehr gedrängte Anordnung der Kerne um das Gefässlumen. Sie reihen sich allmählich in regelmässigeren Kreisen an. Dieser Vorgang spielt sich bei der Brachialis und Femoralis etwa in der Mitte des dritten Monats, bei der Aorta und Carotis schon früher ab. Diese beiden Gefässe lassen in demselben frühen Stadium schon die Anlage dreier Schichten erkennen. Ausser dieser concentrischen Anordnung der Kerne wurde keine Veränderung des embryonalen Gewebes beobachtet.

Im vierten Monat (Gesammtlänge 16,7 cm, Scheitel bis Steiss 10,5 cm) sind bei allen vier Arterien die Intima, Media und Adventitia ausgebildet. Die Media ist ausgezeichnet durch ihre cirkulär gestellten Kerne, die sich mehr und mehr der spindelförmigen Gestalt nähern. Bei der Brachialis und Femoralis schreiten sie in der Streckung immer

weiter vor, bis sie beim Neugeborenen als lange, dünne Kerne erscheinen. Dem gegenüber bleiben sie bei den beiden grossen Arterien in der Ausbildung ihrer Gestalt zurück. Freilich geht ja auch hier aus den anfänglich ganz unregelmässigen Formen allmählich eine mehr längliche hervor, aber nie erreichen sie die schön gestreckte Form der Brachialis- oder Femoralis-Kerne. Vielleicht weist dies Verhalten der Kerne auf eine mangelhaftere Entwicklung der Muskulatur in den grossen Arterien überhaupt hin, oder nur auf eine Einschränkung in der Gestaltung der Kernformen, bedingt durch die Einbettung in das dichte elastische Maschenwerk. Was die Anordnung der Kerne anbelangt, so liegen sie bei allen vier Arterien meistens an der Intima am dichtesten, in den anderen Schichten der Media gleichmässig vertheilt. Beim Neugeborenen stellt sich allerdings bei der Brachialis und Femoralis auch eine stärkere Anhäufung von Kernen an der Adventitia ein. Die elastischen Elemente treten überall im vierten Monat auf und zwar in der Femoralis und Brachialis als cirkuläre elastische Fasern, vereinzelt auch als kleine elastische Lamellen, in der Carotis und Aorta sofort als zahlreiche starke elastische Membranen. Letztere bilden durch vielfache Anastomosen und feine elastische Fasernetze ein dichtes Maschenwerk. In allen vier Gefässen sind die elastischen Elemente nahe der Intima die zartesten, nach aussen nehmen sie überall an Stärke zu. Hiernach und nach der Anhäufung der Kerne an der Intima, die gewissermassen als Wucherungszone aufzufassen ist, möchte es auch wahrscheinlich sein, dass die Entwicklung der Media von innen nach aussen stattfindet, wie es ja Morpurgo ebenfalls als sicher hinstellt.

Die Grenze gegen die Adventitia wird bei der Brachialis und Femoralis durch eine schon im vierten Monat auftretende, scharf ausgeprägte Elastica externa gebildet. Bei der Aorta und Carotis ist diese Scheidewand nicht ausgebildet; die Grenze wird dargestellt durch das plötzliche Aufhören der elastischen Lamellen, von deren letzten sich einige zarte elastische Fasern in die Adventitia hinein senken. Man könnte die letzte Lamelle mit der Elastica externa der mittelgrossen Arterien vergleichen, doch hebt sich jene nie so scharf und deutlich von ihrer Umgebung ab, wie diese. Das Eindringen von Vasa vasorum in die Media wurde nur bei der Aorta beobachtet. Eine regelmässige Schicht von Längsmuskulatur, wie sie K. Bardeleben für alle grösseren und mittleren Gefässe als innere Längsmuskelzone an der Elastica interna annimmt, konnte nicht beobachtet werden.

Die Tunica adventitia ist bei den vier Gefässen nur in ihrer ersten Anlage gleich gebildet. Im mikroskopischen Bilde erscheint sie im dritten Monat in einer concentrischen Anordnung von Kernen um die Anlage der Media. Diese Differenzirung der Adventitia findet bei der Brachialis am Ende des dritten Monats statt, bei den übrigen Gefässen um so frühzeitiger, je grösser die Arterie ist. Vom vierten Monat

an ist der Entwicklungsgang verschieden. Bei der Brachialis und Femoralis tritt hier schon eine Theilung in eine innere, longitudinal und eine äussere, anfangs cirkulär, später unregelmässig faserige Schicht auf. Zuerst sind beide gleich stark, später wird die äussere breiter, als die innere. In letzterer erscheinen im sechsten Monat longitudinale elastische Fasern, die sich mit fortschreitendem Alter stark vermehren, so dass sie bei Neugeborenen die elastischen Elemente der Media bei weitem an Stärke übertreffen. Im übrigen besteht die Adventitia aus fibrillärem Bindegewebe. Im sechsten Monat treten Vasa vasorum auf, doch nur in der äusseren Schicht. Auch in den folgenden Monaten dringen sie niemals weiter in die Wandung hinein. Bei der Carotis und der Aorta fehlt die Trennung in zwei Schichten, doch überwiegt in dem inneren Theil der Adventitia die longitudinale Richtung des Faserverlaufs. Hier treten auch im sechsten Monat einige zarte elastische Fasern auf, doch bleiben sie in ihrer weiteren Entwicklung bedeutend hinter derjenigen der Brachialis und Femoralis zurück. Bei der Aorta fehlt diese elastische Schicht ganz. Hier werden erst beim Neugeborenen vereinzelte elastische Elemente in der Adventitia beobachtet. Die Angabe THOMA's, dass auch die Adventitia der grössten Gefässe beim Embryo reich an elastischen Elementen sei, findet in den vorliegenden Untersuchungen keine Stütze. Bei der Carotis wurden Vasa vasorum schon im dritten, bei der Aorta erst im fünften Monat beobachtet. Bei ersterer durchsetzten sie die ganze Adventitia, bei letzterer drangen sie sogar bis in die äussere Randschicht der Media ein. Die Adventitia übertrifft die Media bei den mittelgrossen Arterien stets an Breite, bei den grossen Arterien nur in der ersten Hälfte des intrauterinen Lebens. Bei den letzteren kehrt sich dieses Verhältniss später um.

Die vorliegenden Untersuchungen führen somit zu einer anderen Auffassung des Entwicklungsganges der Arterien, als sie HENLE, KÖLLIKER und MORPURGO vertreten. Letztere meinen, dass bei einem und demselben Individuum verschieden grosse Arterien verschiedene Stufen der Entwicklung darstellen. MORPURGO fügt an der betreffenden Stelle seiner Schrift hinzu, dass diese Ansicht nicht so zu verstehen sei, als ob die Radialis eines grösseren Embryo ebenso gebaut wäre, wie die gleich dicke Aorta eines kleineren Embryo, sondern nur so, dass der Entwicklungsvorgang in allen Arterien ein analoger ist, und dass dabei die grossen Gefässe den kleinen vorausschreiten. Nach den obigen systematischen Untersuchungen muss dagegen der Entwicklungsgang der Arterien als kein gleichmässiger bezeichnet werden. Freilich ist die erste Anlage als Endothelrohr und die darauf folgende erste Differenzirung der Wandung, welche nur in einer concentrischen Anordnung der embryonalen Gewebselemente besteht, bei allen Gefässen dieselbe, und zwar erfolgt sie auch um so eher, je grösser das Gefäss ist. Vom vierten Monat jedoch ab, wo bei allen vier Arterien die scharfe Trennung der drei Schichten gleichzeitig beobachtet wird,

treten wesentliche Verschiedenheiten in der Entwicklung der Arterien auf. Es stehen sich die Brachialis und die Femoralis einerseits und die Aorta und die Carotis andrerseits gegenüber. Machten alle Arterien dieselbe Entwicklung durch, nur die eine schneller als die andere, so müssten doch die Elemente selbst in den verschiedenen Schichten und ihre Anordnung, bei Aorta und Femoralis z. B., dieselben sein, nur dass sie mit der entsprechenden Grössendifferenz bei ersterer bedeutend stärker ausgebildet wären. Statt dessen tritt z. B. in der Adventitia der Femoralis schon im sechsten Monat eine immer stärker werdende Schicht elastischer Fasern auf, während in der Aorta bis zur Geburt keine elastischen Elemente in der Adventitia beobachtet werden können. Werden wirklich im späteren Alter elastische Elemente an dieser Stelle gefunden, so haben sich dieselben nachträglich entwickelt, sind aber nicht denen der Femoralis im Wachsthum vorangeeilt. Aehnlich, wenn auch nicht so überzeugend, liegt es mit der muskulösen Schicht. Die Muskelkerne der Aorta erreichen nie die schöne Entwicklung der langgestreckten Femoralis-Kerne. Ferner ist z. B. auch sofort beim ersten gleichzeitigen Auftreten der elastischen Substanz die ganze Gestaltung beider Arterien eine verschiedene. In dem einen Gefässe gleich die Anlage zahlreicher elastischer Lamellen, in dem anderen nur vereinzelte cirkuläre Fasern, die auch später niemals eine bedeutende Ausbildung erhalten. Hiergegen könnte freilich der Einwand erhoben werden, dass dieser Unterschied gerade durch das schnellere Wachsthum der Aorta bedingt sei. Trotzdem glaube ich nach den obigen Untersuchungen die Ansicht festhalten zu müssen, dass zwischen grossen und mittelgrossen Arterien ein Unterschied in ihrem Entwicklungsgange besteht.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor SCHWALBE, sowohl für die Anregung zu dieser Arbeit, wie für die gütige Unterstützung bei Förderung derselben auch an dieser Stelle meinen Dank zu sagen.

Maasse der Arterienwandungen in Mikromillimetern.

Nr.	Embryo.			Brachialis.				Femoralis.				Aorta.				Carotis.			
	Gesammtlänge	Scheitel bis Steiss	Ungefähres Alter in Monat.	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia	Wand	Intima	Media	Adventitia
1.	4,3	—	2—3	Endothelrohr				Endothelrohr				99,93	—	—	—	34,38	—	—	—
2.	5,6	4,3	3	13,68	—	—	—	16,65	—	—	—	100,83	—	—	—	59,89	—	—	—
3.	6,4	4,5	3	25,26	—	—	—	27,38	—	—	—	143,60	—	—	—	100,95	—	—	—
4.	7,1	5,2	3	23,33	—	—	—	29,60	—	—	—	157,62	—	—	—	116,71	—	—	—
5.	16,7	10,5	4	121,67	—	20,00	101,67	133,20	6,29	18,50	108,41	232,24	12,17	89,18	130,89	230,21	—	90.59	139.62
6.	18,5	10,0	5	115,20	5,20	19,00	91,00	123,58	6,66	22,20	94,72	494,54	—	184,08	310,46	237.31	10.12	79,81	147.38
7.	28,0	16,0	6	157,74	6,50	25,44	125,80	128,76	3,70	19,24	105,82	464,62	15,88	153,39	294,35	367.32	7.34	75,16	284.82
8.	28,6	17,5	6	113,01	7,94	25,67	79,40	89,54	4,44	14,06	71,04	475,97	8,55	220,54	246,88	253,56	7,56	95,68	150.32
9.	34,5	23,5	7	189,95	8,48	50,88	130,59	233,55	6,29	50,88	176,38	347,21	11,18	157,42	178,61	536,89	11,32	122,17	403,40
10.	41,0	20,0	8	207,25	10,70	44,52	156,43	209,42	8,14	51,06	150,22	342,32	7,94	160,87	173,51	588,67	—	230,12	358.55
11.	46,0	20,0	9	217,44	4,12	48,93	164,39	230,88	7,40	35,52	187,96	579,17	19,13	302,49	257,55	583,76	13,46	205,60	364.70
12.	48,0	27,0	10	197,77	7,24	58,78	131,75	202,02	14,80	50,32	136,90	484,11	7,89	271,32	204,90	472,18	9,03	186.18	276,97
13.	Neugeborener			217,15	4,97	69,26	142,90	232,73	6,81	75,60	150,32	—	—	299,47	243,30	613,67	15,16	307.42	291.09

Verzeichniss der im Text erwähnten Literatur.

1) K. Bardeleben. „Ueber den Bau der Arterienwand", Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft für das Jahr 1878 (V. Sitzung am 10. Mai).
2) O. Hertwig. Lehrbuch der Entwicklung des Menschen und der Wirbelthiere. II. Auflage 1888.
3) A. v. Kölliker. Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen.
4) A. v. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage.
5) A. v. Kölliker. Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. II. Auflage.
6) Morpurgo. „Ueber die Entwicklung der Arterienwand", Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften XC. Band III. Abtheilung Jahrgang 1884. (XX. Sitzung vom 9. Oktober 1884.)
7) Thoma. „Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Aortenintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes." I. Mittheilung. Virchow's Archiv Band 93 Heft III. 1883.
8) C. Toldt. Lehrbuch der Gewebelehre.

Erklärung der Bezeichnungen.

Adv. = Adventitia; α. innere Schicht; β. äussere Schicht.
El. int. = Elastica interna.
El. ext. = Elastica externa.
End. = Endothel.
Int. = Intima; α. innere; β. mittlere; γ. äussere Schicht.
Med. = Media.
m. = Membran.
V. v. = Vasa vasorum.

Die elastischen Elemente sind mit rother Farbe bei den mit Fuchsin gefärbten Schnitten gezeichnet.

Erklärung der Tafeln.

Nr. 1. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 5,6 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) 3. Monat. Im Innern der Ring der quergetroffenen Endothelkerne, begrenzt von einer glashellen Membran (m). Nach aussen zwei Reihen dicht gedrängter Kerne: die Anlage der Media. Mit Alaunkarmin gefärbt. Beginnende Differenzirung.

Nr. 2. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 7,1 cm (Scheitel bis Steiss 5,2 cm) 3. Monat. Im Innern die Endothelschicht, darauf folgend eine dichtere Kernlage: die Anlage der Media. In dem umgebenden Gewebe liegen vielfach Kerne concentrisch gestellt, vielleicht die beginnende Differenzirung der Adventitia. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 3. Längsschnitt desselben Embryo. Innen die langgestreckten Endothelkerne. Daneben die quergetroffenen dicht gereihten Mediakerne.

Nr. 4. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) 4. Monat Theilung in drei Schichten, Auftreten der elastischen Elemente. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 5. Längsschnitt der Brachialis desselben Embryo. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 6. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 28,0 cm (Scheitel bis Steiss 16,0 cm) 6. Monat. Auftreten der Vasa vasorum. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 7. Querschnitt der Brachialis eines Embryo von der Gesammtlänge von 28,6 cm (Scheitel bis Steiss 17,5 cm) 6. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 8. Derselbe Querschnitt (Nr. 7) mit Fuchsin gefärbt. Auftreten der elastischen Elemente in der inneren Schicht der Adventitia.

Nr. 9. Längsschnitt eines Embryo von der Gesammtlänge von 34,5 cm (Scheitel bis Steiss 23,5 cm) 7. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 10. Derselbe Längsschnitt (Nr. 9) mit Fuchsin gefärbt. Hervortreten der elastischen Fasern in der inneren Schicht der Adventitia.

Nr. 11. Querschnitt der Brachialis eines Neugeborenen. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 12. Derselbe Querschnitt (Nr. 11) mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 13. Längsschnitt der Brachialis eines Neugeborenen. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 14. Derselbe Längsschnitt (Nr. 13) mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 15—18. Quer- und Längsschnitte der Brachialis eines dreijährigen Kindes. Nr. 15 und 17 mit Alaunkarmin, Nr. 16 und 18 mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 19. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 6,4 cm (Scheitel bis Steiss 4,5 cm) 3. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt. Differenzirung in 3 Schichten.

Nr. 20. Längsschnitt derselben Aorta (Nr. 19). Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 21. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 16,7 cm (Scheitel bis Steiss 10,5 cm) 4. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt. Scharfe Trennung der drei Schichten. Auftreten der elastischen Elemente.

Nr. 22. Derselbe Querschnitt (Nr. 21) mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 23. Längsschnitt derselben Aorta (Nr. 21) mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 24. Querschnitt der Aorta eines Embryo von der Gesammtlänge von 48,0 cm (Scheitel bis Steiss 27,0 cm) 10. Monat. Mit Alaunkarmin gefärbt.

Nr. 25. Derselbe Querschnitt (Nr. 24) mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 26—29. Quer- und Längsschnitte der Aorta eines dreijährigen Kindes. Nr. 26 und 28 mit Alaunkarmin, Nr. 27 und 29 mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 30 und 31. Querschnitte der Intima eines dreijährigen Kindes. Nr. 30 mit Alaunkarmin, Nr. 31 mit Fuchsin gefärbt.

Nr. 32 und 33. Längsschnitte derselben Intima (Nr. 30 und 31). Nr. 32 mit Alaunkarmin, Nr. 33 mit Fuchsin gefärbt.

G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.), Naumburg a/S.

Fig. 1

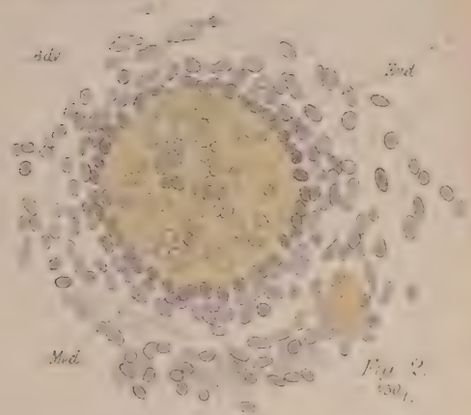

Fig. 2.

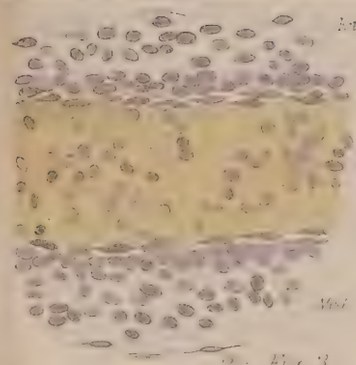

Fig. 3.

Fig. 4.

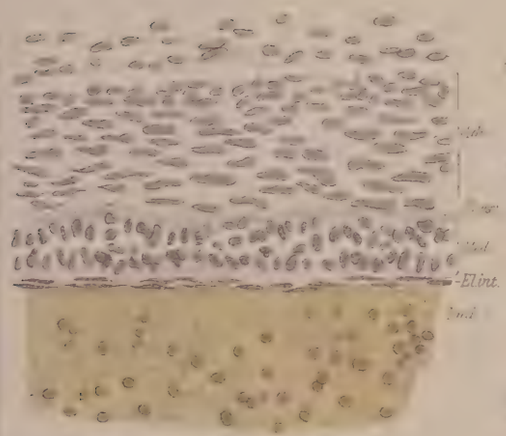

Fig. 5

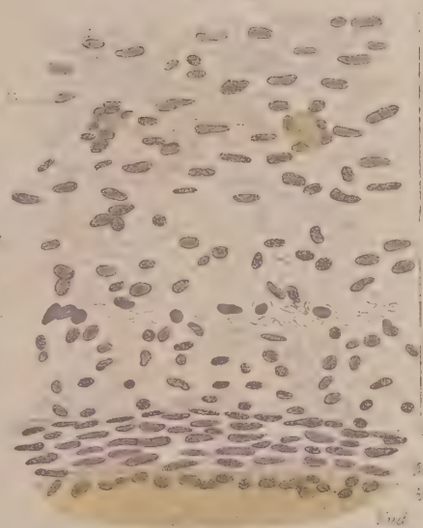

Fig. 6

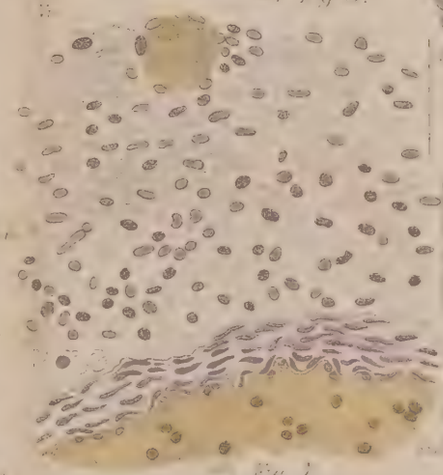

Fig. 7

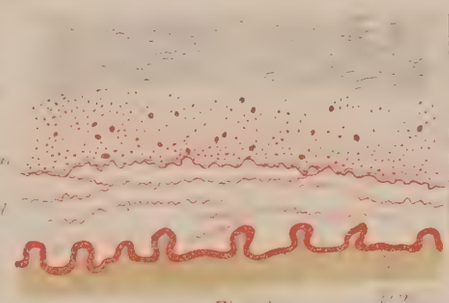

Fig. 8.

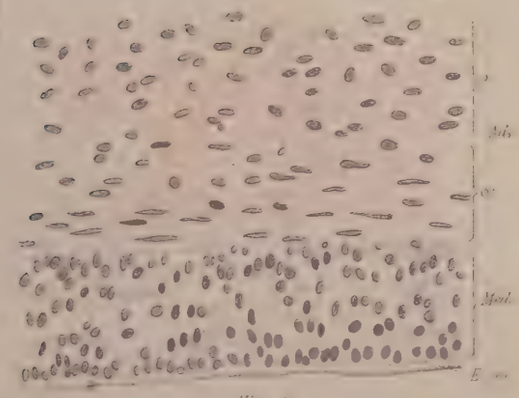

Fig. 9

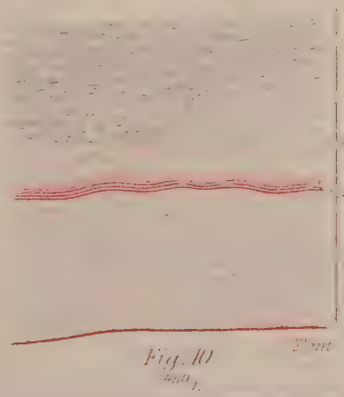

Fig. 10

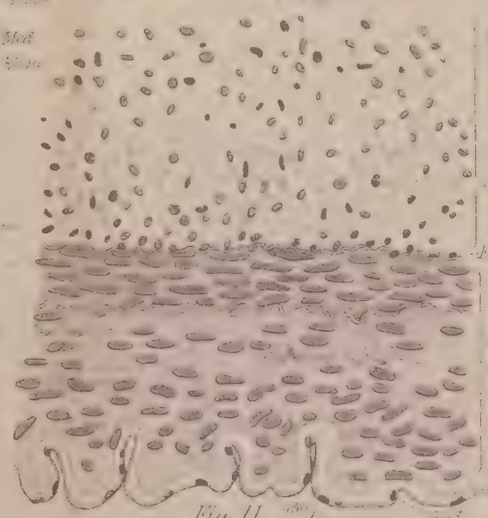

Fig. 11.

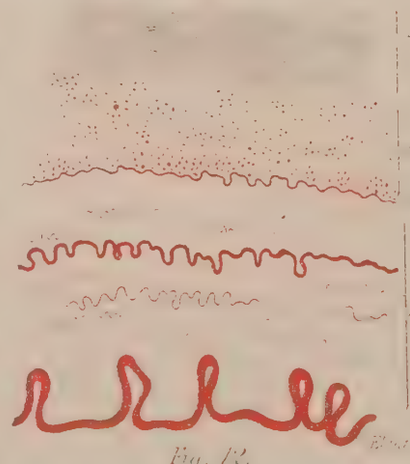

Fig. 12.

E. Kretz del.

Verlag v. Gustav Fischer in Jena.

Lith. v. Wesser, Jena.

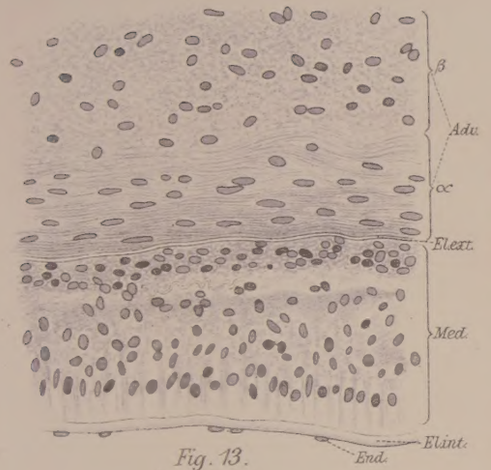

Fig. 13.
450/1.

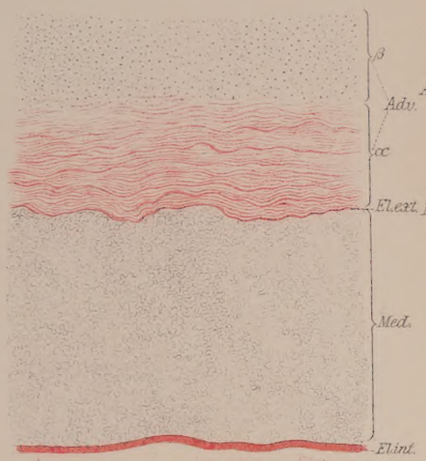

Fig. 14.
450/1.

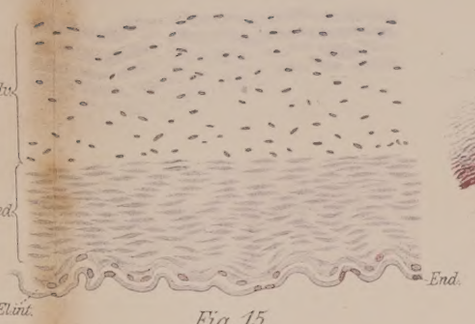

Fig. 15.
140/1.

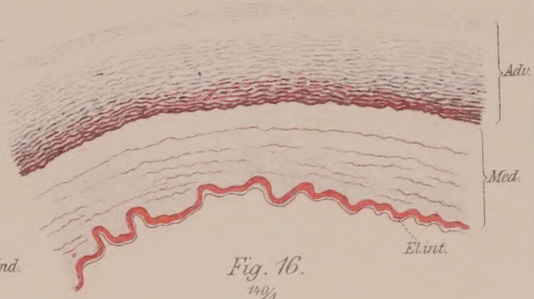

Fig. 16.
140/1.

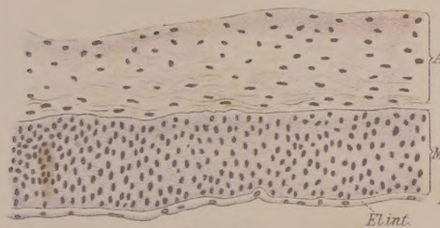

Fig. 17.
140/1.

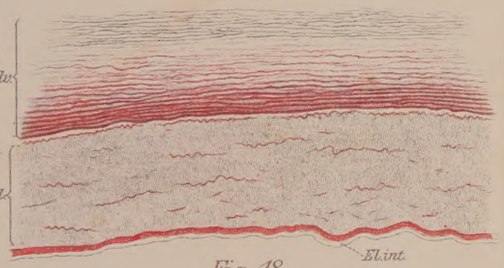

Fig. 18.
140/1.

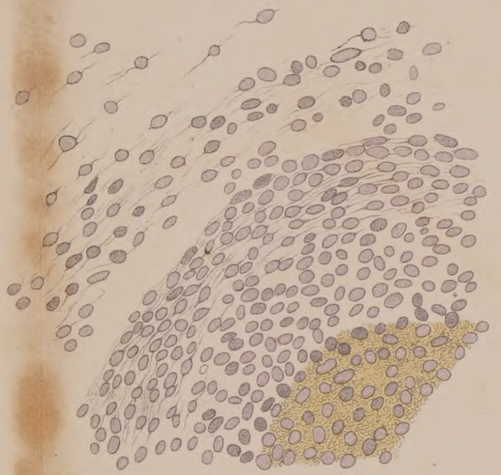

Fig. 19.
450/1.

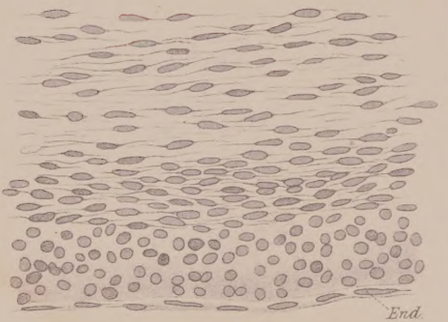

Fig. 20.
450/1.

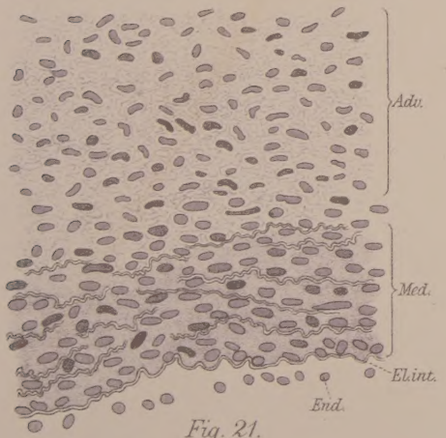

Fig. 21.
450/1.

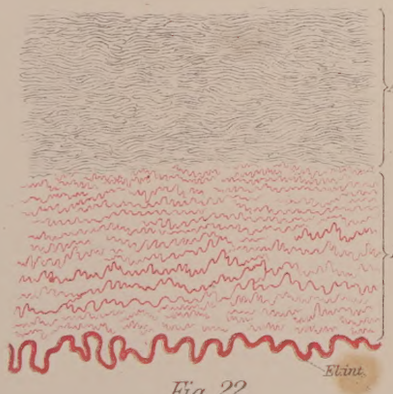

Fig. 22.
450/1.

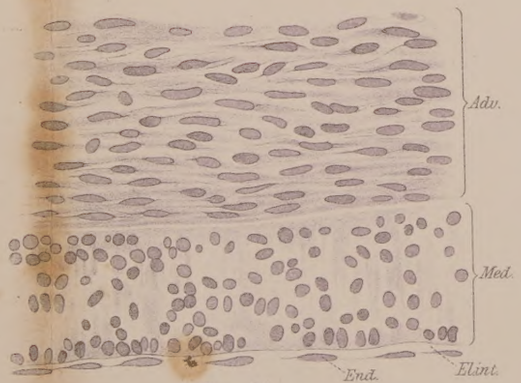

Fig. 23.
450/1.

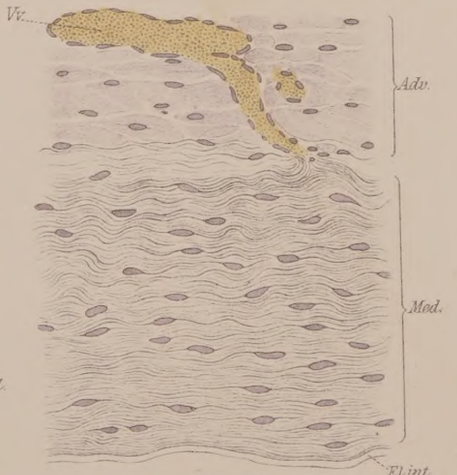

Fig. 24.
450/1.

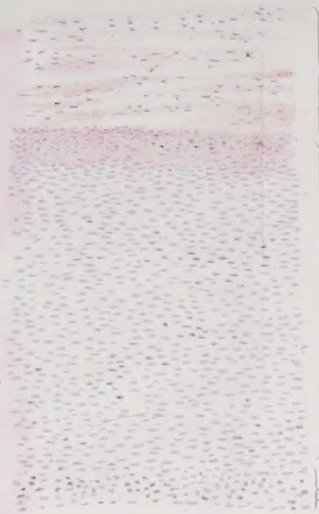

Fig. 26. 140/1.

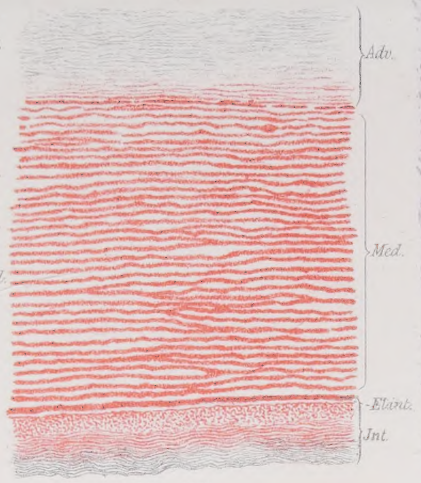

Fig. 27. 140/1.

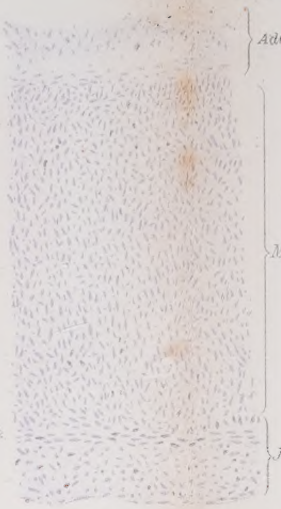

Fig. 28. 140/1.

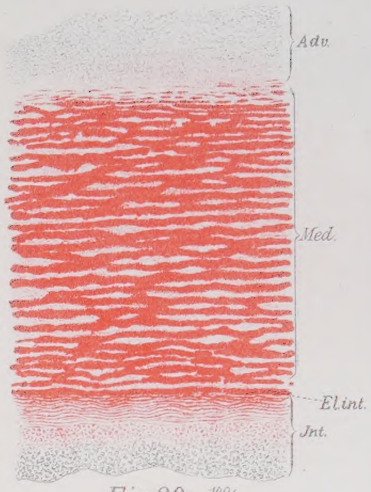

Fig. 29. 140/1.

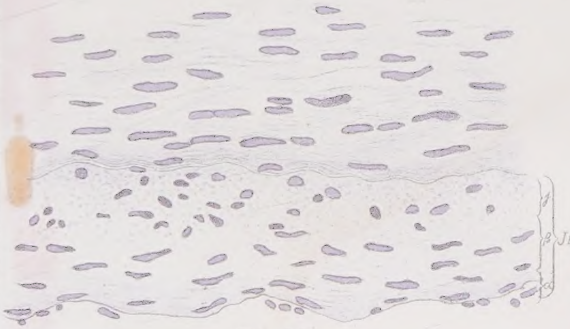

Fig. 30. 450/1.

Fig. 25. 450/1.

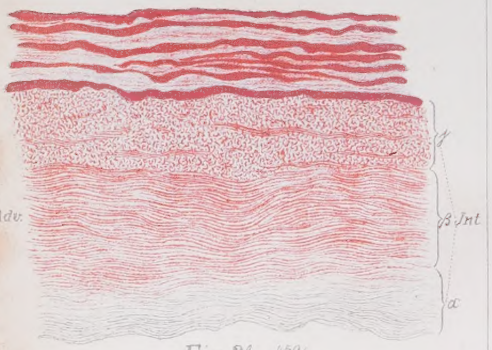

Fig. 31. 450/1.

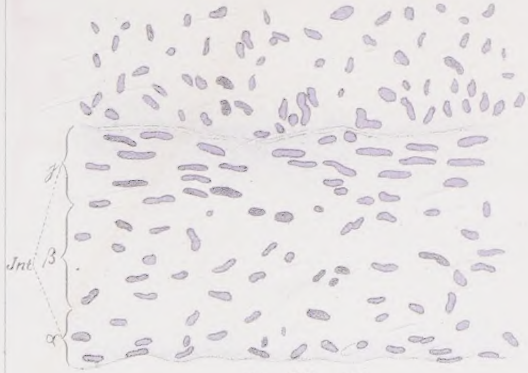

Fig. 32. 450/1.

Fig. 33. 450/1.

E. Kretz del.
Verlag v. Gustav Fischer in Jena.
Lith. v. Wagner, Jena.